Zeitschrift für Instrumentenkunde

Ernst Dorn, Physikalisch-Technische Reichsanstalt (Germany)

ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung

der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **C. M. v. Bauernfeind** in München, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **R. Helmert** in Potsdam, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **A. Kundt** in Berlin, **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Dreizehnter Jahrgang 1893.

Berlin.

Verlag von Julius Springer

1893.

Inhaltsverzeichniss.

	Seite
Ein neues Krystallgoniometer. Von S. Czapski	1
Ueber die Länge der Spektren und Spektralbezirke Von W. Grosse	6
Astatisches Thomson'sches Spiegelgalvanometer von hoher Empfindlichkeit. Von F. Paschen	13
Ueber die Methoden der Distanzmessung zweier Sterne mit dem Heliometer. Von L. Ambronn	17
Bericht über die Verhandlungen betreffend Einführung einheitlicher Gewinde von Befestigungsschrauben in die Feintechnik	41
Ueber ein Hilfsinstrument zur Bestimmung der Korrektion für den herausragenden Faden beim Thermometer. Von A. Mahlke	58
Erfahrungen mit der selbthätigen Quecksilberluftpumpe. Von A. Raps	62
Eine neue Form des Quecksilberbarometers. Von L. Weber	63
Ueber die Einwirkung lufthaltigen Wassers auf Aluminium. Von F. Mylius und F. Rose	77
Ueber die Herstellung von Rotationsflächen zweiten Grades auf der Drehbank. Von L. Mach	82
Quecksilber-Kompensationspendel neuer Konstruktion. Von S. Riefler	88
Eine Quecksilberluftpumpe. Von A. Šantel	93
Selbthätige Blutgaspumpe. Von A. Kossel und A. Raps	141
Tichy's logarithmischer Tachymeter von Tichy & Ott. Von A. Ott	144
Der Photochronograph in seiner Anwendung zu Polhöhenbestimmungen. Von O. Knopf	150
Ueber die Bestimmung der Korrektion für den herausragenden Faden mittels eines Hilfsrohres. Von Ch. Ed. Guillaume	155
Gedenkfeier für Dr. Leopold Loewenherz	177
Vorschriften zur Herstellung von Clark'schen Normalelementen. Von K. Kahle	191
Ein Thermostat für Temperaturen zwischen 50 und 300 Grad. Von A. Mahlke	197
Neuer Helmholtz'scher Farbenmischapparat. Von Franz Schmidt & Haensch	200
Ueber die Herstellung genauer Mikrometerschrauben und über die Mikrometereinrichtung meiner Spiegelfühlhebel. Von H. Schröder	217
Ausbalanziren von rotirenden Körpern. Von W. Jansen	229
Ueber einige bemerkenswerthe Eigenschaften von Schwefelsäurethermometern. Von W. Donle	238
Ueber Goniometer mit zwei Kreisen. Von S. Czapski	242
Die Beglaubigung der Hefnerlampe	257
Ueber Dispersionsbestimmung nach der Totalreflexionsmethode mittels mikrometrischer Messung. Von C. Pulfrich	267
Ein neues Universalstativ für astronomische Fernrohre. Von K. Fritsch	273
Beiträge zur Kenntniss der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Normalelementes. Von K. Kahle	293
Eine neue Pendelaufhängung. Von H. Hasemann	314
Ueber die Spannkräfte des Wasserdampfes in Temperaturen zwischen 82 und 100 Grad. Von H. F. Wiebe	329
Der neue Geyer'sche Messtischapparat. Von M. Schmidt	335
Zur Geschichte des Thermometers. Von E. Gerland	340
Ueber neuere Chronometeruntersuchungen. Von E. Gelcich	343

Seite
Taschen-Nivellirinstrumente. Von G. Butenschön 350
Ueber das Abbe-Fizeau'sche Dilatometer. Von C. Pulfrich 365. 401. 437
Theorie und Beschreibung des Reduktions-Tachymeters. Von G. Roncagli und E. Urbani 381
Ueber hydrostatische Waagen und einige Hilfsmittel zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten und festen Körpern. Von F. Sartorius 388
Beschreibung einer neuen handlichen Form eines Wasserstoffvoltameters. Von C. Brüggemann 417
Erfahrungen über einige nautische Instrumente. Von E. Gelcich 419
Vorschläge zu gesetzlichen Bestimmungen über elektrische Maasseinheiten. Von E. Dorn. — Beiheft zum Februar-Heft.
Ueber die Beurtheilung der Glasgefässe zu chemischem Gebrauche. II. Von Dr. F. Foerster 457

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Einführung einheitlicher Gewinde für die Befestigungsschrauben der Feintechnik 24
Ein neues Thermometer mit angeschmolzener Glasskale. Von O. Bock 95
Tachymeterschieber in Scheibenform. Von Hammer 96
Die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in den Jahren 1891 und 1892. . 113
Die Betheiligung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt an der Weltausstellung in Chicago 157
Bestimmungen über die Prüfung und Beglaubigung von Schraubengewinden 244
Naturforscher-Versammlung in Nürnberg 250
Ein neuer Ellipsenzirkel. Von Ch. Hamann 315
Vierter Deutscher Mechanikertag in München 353
Bekanntmachung, betreffend die Aichung von chemischen Messgeräthen 423
Ueber Dichtungen für Vakuum und Druck. Von L. Mach 428

Referate.

Strahlung der atmosphärischen Luft 24
Apparat zum gleichförmigen Vermischen grösserer Mengen pulverförmiger Körper 26
Apparat zum Zeichnen von Magnetisirungskurven 26
Neuer Apparat zur Messung der isentropischen und isothermischen Zusammendrückbarkeit von festen und flüssigen Körpern 28
Apparat zur Untersuchung der inneren Struktur von Metallmassen 29
Zentrifugal-Emulsor 29
Apparate zum Nachweis der Keilwirkung 29
Neue Glasgefässe für den chemischen Gebrauch 31
Benzinfeuerung für Verbrennungsöfen, Röhrenöfen, Muschelöfen und dergl. 31
Schwefelwasserstoff-Apparat mit mehreren Hähnen 31
Apparat zum Auswaschen von Niederschlägen 32
Apparat für Wechsel- und Drehströme 32
Ein neuer Verbrennungsofen 33
Fallmaschine 64
Ein einfaches Hydrodensimeter 66
Ueber Bestimmung der Fehler des Spiegelsextanten und seine Erweiterung zum Messen aller Winkel 66
Pipetten zur Abmessung giftiger Flüssigkeiten 67
Einige zweckmässige Formen von Laboratoriumsapparaten 68
Neuerungen an Kompass-Instrumenten 68
Ueber den Umsatz von Wasserstoff mit Chlor und Sauerstoff 69
Seismo-Autograph mit veränderlicher Zylindergeschwindigkeit 69
Ein Instrument zum Zeichnen von Parabeln 70
Verbesserungen am Gasvolumeter 98
Apparat zur Aichung der Torsionsgalvanometer 98
Beschreibung einiger neuen Quecksilberluftpumpen 99
Eine Quecksilberluftpumpe zum Heben des Quecksilbers in verschiedenen Arten von Quecksilberpumpen 100
Eine Pipette und eine Bürette für volumetrische Bestimmungen in Fabriken 101

Seite
Elektrische Beleuchtung astronomischer Instrumente 101
Ueber einen einfachen Apparat zur Bestimmung der thermischen Dilatation fester Körper, speziell der Krystalle 103
Die Messung hoher Temperaturen 103
Neuer Sicherheitsbrenner 104
Ueber eine Anwendung der Photographie bei dem Halbschatten-Polarimeter 104
Ein neuer Titrirapparat mit automatischer Einstellung des Nullpunktes 105
Apparat zur Demonstration der Wheatstone'schen Brückenanordnung 165
Einige Abbildungen chemischer Apparate, syrischer und römischer, aus dem Mittelalter . . 165
Versilberung von Glasspiegeln 165
Ein Apparat zur Prüfung der Empfindlichkeit von Sicherheitslampen 167
Beschreibung eines neuen elektrischen Ofens 167
Absorptionsspektralanalyse sehr verdünnter Lösungen 168
Astronomisch-photographische Aufnahme mit den im Handel vorkommenden Linsen 168
Turbine und Drehwaage zu Vorlesungsversuchen 169
Ueber einen neuen Trockenschrank 170
Zur quantitativen Bestimmung des Antimons und über den Gooch'schen Tiegel 170
Neue Form technischer Widerstände 171
Einige Bemerkungen zur Aufzeichnung der Variationen des Erdmagnetismus 204
Thermobatterie 207
Laboratoriumsapparat zur Ausführung von Destillationen mit überhitzten Wasserdämpfen . 207
Gezwungene Schwingungen gespannter Drähte 207
Demonstrationsapparat für Drehfeldversuche 208
Ein Hornhautmikroskop 250
Ueber einen kontinuirlich wirkenden Gasentwicklungsapparat 252
Ueber einige Laboratoriumsapparate aus Aluminium 252
Heber 253
Eine neue Art magnetischer und elektrischer Messinstrumente 277
Apparat zur Erläuterung der Wheatstone'schen Brücke 277
Beschreibung eines Apparates zur Bestimmung des Exzentrizitätsfehlers der Sextanten . . 278
Neues Mikrophon 280
Beschreibung eines Instruments zur Beobachtung der kleinen Schwankungen der Intensität der Schwerkraft 281
Elektrostatischer Spannungsmesser 282
Bestimmung von Harnstoff 283
Ueber eine neue Form eines elektrischen Luftkondensators 283
Sur la variation thermique de la résistance électrique du mercure 319
Ueber den Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes von Quecksilber und die Quecksilberwiderstände der Reichsanstalt 320
Sur la variation thermique de la résistance électrique du mercure 321
Apparat zur Reduktion des Barometerstandes auf 760 *mm* 321
Ueber elektrische Oefen 322
Kontinuirlich wirkender Saug- und Druckapparat 323
Eine einfache Form des Luftthermometers 354
Instrument für erdmagnetische Messungen und astronomische Ortsbestimmungen auf Reisen 354
Ein neuer Extraktionsapparat 358
Metallener Destillationskühler 358
Beziehung der elektromotorischen Kraft zum Druck 390
Bolometrische Untersuchungen über die Stärke der Strahlung verdünnter Gase unter dem Einflusse der elektrischen Entladung 391
Das Solarometer 392
Apparat zum Trocknen bei beliebiger konstanter Temperatur im luftverdünnten Raume oder bei gewöhnlichem Luftdruck 392
Beschreibung eines neuen genauen und leicht zu konstruirenden Sphärometers 393
Ein Volumenometer für die Ermittlung des Volumens grösserer Proben, besonders von Bodenproben 429
Radiometer und Photometer von Seguy 430

Seite

Studie über die Stabilität der Rotationsaxe mit besonderer Rücksicht auf den Howell-Torpedo . . . 430
Löthrohrbeschläge auf Glas . . . 431
Ueber einen neuen Glühofen für sehr hohe Temperaturen . . . 431
Vorläufiger Bericht über den der *U. S. Coast and Geodetic Survey* gehörigen Basisapparat mit Eispackung . . . 466
Ueber ein neues Manometermodell . . . 468
Die Konstruktion von induktionsfreien Widerständen . . . 468
Verbesserter Diffusionsapparat . . . 469
Ueber den bei aktinometrischen Beobachtungen zu erreichenden Genauigkeitsgrad . . . 470
Reitersicherung an analytischen Waagen . . . 471
Neuer Hahn für Vakuumexsiccatoren . . . 471

Neu erschienene Bücher . . . 33. 71. 105. 209. 253. 285. 323. 359. 432. 472. 474

Vereins- und Personennachrichten.

Werner v. Siemens † . . . 35
Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin:
Generalversammlung vom 10. Januar 1893 . . . 71
Sitzung vom 19. September 1893 . . . 395
Gedenkfeier für Dr. L. Loewenherz . . . 171
Professor Dr. Stenger † . . . 254
Vierter Deutscher Mechanikertag in München . . . 323. 394
Deutsche Naturforscherversammlung in Nürnberg . . . 324
Dr. Adolph Steinheil † . . . 474

Patentschau.

Eine Einrichtung an Wassermessern zur Verringerung der Rotationsgeschwindigkeit des Flügelrades . . . 35
Uhr mit Aneroidbarometer. — Vorrichtung zum Messen von Winkeln und Entfernungen. — Apparat zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Gasen. — Stromanschlusswerk für elektrische Wasserstands- und Hubanzeiger . . . 36
Feilenheft. — Verfahren zur Verbindung schwachwandiger Röhren. — Ausschalter für elektrische Starkströme. — Scheibenwassermesser. — Dichtigkeitsmesser für Flüssigkeiten . . . 37
Schraubensicherung mit einer in eine Vertiefung des Bolzens einzudrückenden Gegenmutter. — Federnde Stützung waagerechter schwingender Körper. — Gelenkanordnung bei Werkzeugen, Instrumenten und künstlichen Gliedmaassen. — Löthlampe. — Empfänger für Fernsprechanlagen . . . 38
Schmiervorrichtung für Gewindeschneidekluppen . . . 71
Vergoldung von Platinblech, insbesondere behufs Herstellung von Säure-Konzentratoren. — Druckknopfumschalter. — Einfacher Messapparat für Horizontal- und Vertikalmessungen. — Morse-Empfänger für Arbeits- und Ruhestrombetrieb. — Rohrzange mit einer drehbaren und einer auswechselbaren Backe . . . 71
Maassstab zur Ermittlung der Höhe von Flüssigkeiten mit bewegten Oberflächen. — Visirvorrichtung zum Zeichnen nach der Natur und nach Körpern. — Kompassrose mit bandartigen Ringmagneten. — Quecksilberluftpumpe. — Rechen- und Leselehrmittel 73
Kolben-Flüssigkeits- und Gasmesser. — Neuerung an der durch Patent No. 49849 geschützten Panorama-Kamera. — Einsatzzirkel mit Zahnstangenantrieb, in einen Stangenzirkel umwandelbar. — Flüssigkeitsmesser mit schwingendem Messzylinder . . . 74
Zeichenapparat . . . 75
Mikrophon. — Spiritusgebläselampe. — Kneifzange. — Waage für Säcke und andere Behälter von verschiedener Höhe. — Schraubensicherung mit klemmendem Schraubenmutteransatz 107
Schraubenschlüssel. — Elektromagnetische Bewegungsvorrichtung mit schwingendem Anker. — Fräse mit veränderlichem Profil der getheilten, nachstellbaren Fräsmesser. — Instrument zur Bezeichnung der Mitten von sphärischen Linsen, sowie der Axen von Zylinderlinsen und zur Messung von Prismenwinkeln . . . 108

Seite

Verfahren und Vorrichtung zum Bohren, Drehen oder Hobeln mittels Schneiderollen. — Elektrische Stromschlussvorrichtung für Gasrohrkugellager. — Dampffeuchtigkeitsmesser. — Schwimmermessvorrichtung für Flüssigkeiten. — Kneifer mit Hebelvorrichtung. — Mikrophon mit nur am Mittelpunkt der Schallplatte befestigtem Kohlensystem . . . 109
Verfahren zur Verbindung des Einführungsdrahtes von Glühlampen mit der Birne. — Bogenlampe mit beweglichen Führungsrohren für die Kohlenhalter. — Verschlussvorrichtung an Blitzableiter-Isolatoren. — Galvanische Batterie mit gleichmässiger Zuführung neuer Flüssigkeiten . . . 110
Elektrizitätszähler für Gleich- und Wechselströme . . . 171
Elektrizitätszähler. — Regelungsvorrichtung für Kohlenwalzen-Mikrophone. — Apparat zum Entwickeln und Fixiren photographischer Platten. — Vorrichtung zum selbthätigen Feststellen der Glieder an Gelenkmaassstäben. — Selbthätig wirkender Ausschalter 172
Darmsaiten-Hygrometer. — Maschine zum Winden von Schraubenfedern. — Kamera mit Vorbau für Landschaftsaufnahmen. — Photographische Rollkassette. — Schraubenschlüssel. — Federzirkel mit selbthätiger Feststellvorrichtung. — Photographischer Expositionsmesser . . . 173
Elektrische Bogenlampe mit von Hand regelbarer Lichtbogenlänge. — Elektrizitätszähler mit einstellbarem, biegsamen Anschlag für den Schalthebel. — Thermometer. — Bogenlampe mit durch Klemmvorrichtung beeinflusster Bewegung der Kohlenhalter. — Aluminiumloth zum Löthen von Aluminium und anderen Metallen ohne Zuthun eines Flussmittels, sowie Verfahren zur Herstellung desselben . . . 174
Neuerung an Rechenmaschinen . . . 175
Instrument zur direkten selbthätigen Aufnahme der Zeichnung eines Geländes . . . 213
Zündvorrichtung für Magnesiumblitzpulver. — Vorrichtung zur Feststellung des spezifischen Gewichtes von Körnerfrüchten. — Apparat zur gleichzeitigen Anzeige der ungleichen Ausdehnung verschiedener Metalle. — Verfahren zur Herstellung elektrischer Leitungskabel mit Lufträumen . . . 214
Klemmerfassung. — Spiralzirkel. — Holzschraube mit Bohrnut. — Bohr- und Fräsemaschine. — Herstellung von isolirenden Rohren mit Metallhülse. . . . 215
Uhr mit rotirendem Pendel . . . 254
Vorrichtung zur selbthätigen Abgabe bestimmter Flüssigkeitsmengen. — Rohrabschneider mit verstellbaren Stahlrollen. — Entfernungsmesser. . . . 255
Flüssigkeitsthermometer. . . . 256
Augenblicksschaltvorrichtung für elektrische Beleuchtungsanlagen. — Schreibstift- und Zeigerführung für Geschwindigkeitsanzeiger mit Diskusgetriebe . . . 288
Apparat zum Anzeigen des Siedens erhitzter Flüssigkeiten. — Drucktaste mit gleitend aneinander reibenden Stromschlusstheilen. — Sicherheitsvorrichtung für Glühlampen gegen Abnahme. — Stangenzirkel. — Verstellbarer Schraubenschlüssel. . . . 289
Pneumatisches Zählwerk. — Fernsprechkabel mit bandförmigen Leitern. — Lampenglockenhalter. — Polklemme mit Keilbefestigung. — Selbthätiger Ausschalter für elektrische Leitungen. . . . 290
Doppelprisma für Refraktometer. — Höhenmaass. — Parallelzange. — Verstellbare Reibahle. — Fräskopf mit am Schaft gezähnten Stählen . . . 291
Wechselrädergetriebe an einer Metallbearbeitungsmaschine. — Refraktionsaugenspiegel mit selbthätiger Linsenkombination und Angabe der summirten Kombinationswerthe . . 324
Bohrmaschine zum selbthätigen Bohren von Löchern von bestimmter Tiefe. — Vorrichtung zum Bohren konischer Löcher. — Doppelbild-Entfernungsmesser für mehrere Beobachtungshöhen. — Vorrichtung zur Prüfung von Geschwindigkeiten nach dem durch das Patent No. 50665 geschützten Verfahren. — Feinmessinstrument mit Zählwerk . 325
Vereinigte Hobel-, Stoss- und Bohrmaschine. — Rohrabschneider mit unter Federdruck stehendem Rohrhalter. — Einstellvorrichtung für eine *Camera lucida*. — Opernglashalter. — Federnder Kegelring als Sicherung für die auf Wellen, Zapfen oder dergleichen anzubringenden Maschinentheile. — Formenschmiege . . . 326
Verfahren zur Bestimmung der Leuchtkraft. — Arbeitsmesser . . . 327
Vorrichtung zur Bestimmung von Koordinaten. — Vorrichtung zur Regelung des Abfalles bei Uhren . . . 359

Seite

Vorrichtung an Rechenmaschinen, um durch Abdrucken der einzelnen Zahleneinstellungen den Gang der Rechnung überwachen zu können. — Elektrischer Kompass mit Kursverzeichner. — Geschwindigkeitsmesser. — Schraubenschneidekluppe 360
Reissfeder mit Feinstellung. — Dichtigkeitsmesser für Flüssigkeiten. — Verstellbarer Schraubenschlüssel. — Decklogg. — Verstellbarer Klemmer. — Verfahren zum Glätten der Aufnahmeschicht von Phonogrammwalzen 361
Photographische Taschenkamera. — Umdrehungszähler. — Fräsmaschine mit eigenartiger Supportbewegung. — Bohrknarrenbügel, nach jeder Richtung hin verstellbar 362
Klemmer mit starrem Bügel und gelenkigen, durch Federn getragenen Klemmstücken . . . 363
Objektivverschluss 395
Magazin-Kamera mit einfachem Plattenmagazin. — Zentrirendes Bohr- und Drehfutter. — Kopirvorrichtung. — Verstellbarer Schraubenschlüssel 396
Gestell für eine *Camera lucida.* — Vorrichtung zum Messen und Sortiren verschiedener Körper. — Selbthätig verstellbarer Schraubenschlüssel. — Vertikaler Abstech- und Façonsupport. — Verfahren zur Verbindung der Kohlenbügel von Glühlampen mit den Zuleitungsdrähten 397
Vorrichtung zur Dreitheilung von Winkeln. — Selbthätiger Taster für Werkzeugmaschinen mit Support. — Elektrizitätszähler mit auf Rückwärtsgang regulirtem, jedoch dagegen gesperrtem Differentialwerk 398
Trockenelementverschluss. — Selbthätiger Ausschalter 432
Elektrisches Luftraumkabel mit verdrehten kantigen Leitern. — Pendelhemmung mit konstanter Kraft. — Selbthätige Mess- und Sortirmaschine. — Verfahren, mittels des beim Lochen von Metall sich bildenden Putzens zu nieten. — Phonograph 433
Oelprüfungsapparat. — Mikrophon mit unter Federdruck stehenden Kohlenkugeln und doppelter Schallplatte. — Vorrichtung zum elektrischen Ein- und Ausschalten von Elektrizitätszählern und dergl. — Relais für Fernsprechzwecke 434
Elektrische Registrirvorrichtung. — Verfahren zur Herstellung von Aluminiumloth. — Vorrichtung zum Härten von Stahl 435
Verfahren zur Messung von Lichtstärken unter Verwendung einer lichtelektrischen Vakuumzelle 474
Milchprüfer. — Drehbank mit zylindrisch gekrümmter Bettfläche. — Vorrichtung zum Schliessen und plötzlichen Unterbrechen elektrischer Leitungen 475

Für die Werkstatt.

Schwarzgraue Beize 39
Hellgraue Beize. — Mattschwarze Beize von A. Bollert. — Versilberung für Skalen, Zifferblätter und Kreistheilungen (Kornversilberung) 40
Abrichträdchen für Schmirgelscheiben und Schleifsteine 75
Neue Drehbankschnüre aus Stahldraht 76
Schwarzbeize für Zink (Tiefviolettschwarz) 110
Schwarzbeize für Zink (Schwarzgrau). — Einige Werkstattmesswerkzeuge mit Feinstellung 111
Einige Werkzeuge der Königlichen Eisenbahnwerkstätten 175
Doppelrändchen 176
Neuer Schraubenzieher 216
Amerikanische Trittvorrichtung 256
Einige kleinere Hilfseinrichtungen für die Werkstatt 291
Neuer Rohr- und Rundeisenabschneider 327
Neues Heft für Werkzeuge 328
Ein einfacher Tiefenmesser. — Kreistheiler nach Wenham 363
Kreistheiler nach Reichel 364
Zentrirkopf nach Wenham. — Zentrirkopf nach Seidel für grössere Linsen 399
Ankern-Klemmfutter 400
Einige neuere Zangen 435
Dreh- und Hobelstahl. — Tuschnapf. — Drahtklemme 476

Berichtigung 76

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt** und **H. Haensch.**

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang. **Januar 1893.** Erstes Heft.

Ein neues Krystallgoniometer.

Von

Dr. **S. Czapski** in Jena.

(Mittheilung aus der optischen Werkstätte von C. Zeiss in Jena.)

(Vorläufige Mittheilung.)

Das hier zu beschreibende Goniometer (Fig. 1 und 2) unterscheidet sich von den mir bekannten bisherigen Konstruktionen im Wesentlichen ebenso, wie für astronomische Beobachtungen der Theodolit oder ein Universalinstrument von einem parallaktisch montirten Instrument. In der That handelt es sich ja auch bei Bestimmung der gegenseitigen Neigungen der Krystallflächen nur um Winkelmessungen, und die Beziehung der Winkel aufeinander kann daher prinzipiell nach denselben beiden Methoden geschehen, wie die Bestimmung der relativen Sternörter.

Die gegenwärtig in Gebrauch befindlichen Goniometer sind im Wesentlichen nichts anderes als Spektrometer, bei denen an Stelle des einfachen Tischchens eine Justir- und Zentrirvorrichtung angebracht ist, welche dazu dient, je zwei, bezw. die in je einer Zone des Krystalls liegenden, zu untersuchenden Flächen senkrecht zur Fernrohraxe zu stellen.[1])

So sinnvoll die zu diesem Zwecke dienenden Einrichtungen aber sind und so vollkommen sie auch ihren Zweck erfüllen mögen, so ist doch unleugbar, dass dieselben einerseits eine erhebliche Vertheuerung des Instrumentes zur Folge haben, da sie fast den kostbarsten Theil desselben bilden, und andererseits verursacht die jedesmalige Neuzentrirung beim Uebergang von dem einen Flächensystem zu einem andern erheblichen Zeitaufwand und Mühe. Beide Uebelstände sind nach meiner Meinung nicht nothwendig mit dem Wesen der Sache verknüpft und werden durch die im Folgenden beschriebene Einrichtung vermieden.

Die wesentlichen Punkte meiner Einrichtung sind die folgenden:

I. Das mechanische Arrangement besteht in zwei zu einander senkrechten Kreisen von gleicher Grösse *H*, *V* (Fig. a. f. S.). Der eine trägt die Beleuchtungs- und Beobachtungs-Systeme (wie unten beschrieben in eins vereinigt), der andere den Krystall *K*. Vom rein geometrischen Gesichtspunkt wäre es gleichgiltig, mit welchem von beiden Kreisen das eine und mit welchem das andere verbunden ist. In praktischer Beziehung aber ist es unvergleichlich vortheilhafter, den *optischen Apparat* am *vertikalen* Kreise anzubringen, d. h. um die horizontale Axe drehbar, und den *Krystall* mit dem *horizontalen* Kreise *H* zu verbinden, d. h. um die ver-

[1]) Man sehe u. A. die von den Herren Liebisch und Fuess konstruirten und in dem *Bericht über die Berliner Gew.-Ausst. v. J. 1879* sowie in dem Katalog des Herrn Fuess über physikalische Apparate beschriebenen Einrichtungen.

tikale Axe drehbar, und ihn annähernd in der Höhe der Axe von V anzubringen. Zu diesem Zweck erhebt sich über dem Kreise H und mit demselben verbunden die in der Figur dargestellte gegliederte Säule, welche oben in einen Zapfen von wenigen Millimetern Querschnitt endigt. Dieser Zapfen lässt sich um ein beträchtliches Stück in die Säule hinein- und aus derselben herausschrauben und in jeder Stellung durch eine Klemmschraube arretiren, wodurch der verschiedenen Grösse der Krystalle Rechnung getragen werden kann. Der Krystall selbst wird einfach auf die obere Fläche des Zapfens aufgelegt, bezw. durch etwas Wachs oder dergl. mit derselben befestigt. (Diese einfache Befestigung des Krystalls würde nicht mehr möglich sein, wenn man ihn um die horizontale Axe drehbar mit dem vertikalen Kreis in Verbindung setzen wollte.) Das Stativ, welches diese beiden Kreise trägt, ist ganz ähnlich demjenigen, welches beim Abbe'schen Krystallrefraktometer[1]) angewandt ist.

Fig. 1.

Die Ablesung der Kreise — welche natürlich in jeder beliebigen Stellung festklemmbar und durch Mikrometerschraube fein zu bewegen sind — geschieht mittels je eines Paares von Nonien, auf welche Lupen visiren. Die Feinheit der Kreistheilung kann, entsprechend der erstrebten Messungsgenauigkeit, eine verschiedenartige sein. Bei dem zuerst in Ausführung genommenen Instrument ist sie auf eine Ablesungsgenauigkeit von 3′ eingerichtet.

Abgesehen von den im Folgenden zu beschreibenden besonderen Einrichtungen des optischen Apparates zur Beleuchtung und Beobachtung der Krystallflächen ist nun klar, dass ein jeder solcher optischer Apparat, wofern er nur um die horizontale Axe des Vertikalkreises drehbar und so eingerichtet ist, dass das Licht in einer zum Vertikalkreis parallelen, durch die Axe des Horizontalkreises gehenden Ebene auf den Krystall geworfen, und das reflektirte in derselben Ebene von dem Beobachtungssystem aufgenommen wird — unter Zuhilfenahme der beiden vorgesehenen Drehungen, nämlich seiner eigenen um die horizontale und der des Krystalls um die vertikale Axe — geeignet ist, jede Fläche des Krystalls zur Messung zu bringen, ohne dass an dem Krystall selbst irgend welche weitere Lagenänderung vorgenommen zu werden braucht, wenigstens insoweit diese

[1]) S. *diese Zeitschr. 1890. S. 246 u. 269.* Die Benutzung dieses Krystallrefraktometers war es überhaupt, welche mir die Konstruktion eines analogen Goniometers nahe legte. Ich habe das Krystallrefraktometer mit einer geringen zu diesem Zwecke angebrachten Hilfseinrichtung auch in seiner ursprünglichen Form von vornherein bereits mehrfach als Goniometer benutzt.

Krystallflächen durch ihre Lage für den optischen Apparat zugänglich sind. Die Verbindung der Ablesungen am Horizontal- und am Vertikalkreis ergiebt die Richtung der Flächennormalen in genau derselben Weise, wie die Lage eines Sternes durch seine Deklination und Rektaszension bestimmt wird. Nur um die bei jeder Messung vorhandenen unzugänglichen (die aufliegenden und die diesen nahe benachbarten Flächen) der Beobachtung zugänglich zu machen, muss ein Umlegen des Krystalls erfolgen, welches aber ebenfalls keine weitere Justirung erfordert, sondern nur nöthig macht, zwei von den vorher der Messung unterworfenen Flächen noch einmal zu bestimmen, um die anderen mit ihnen in Verbindung setzen zu können.

II. Der optische Apparat bezweckt in mehreren Richtungen eine Erleichterung bezw. Verbesserung der Beobachtungen.

1. Es kommt die Methode der Autokollimation mit Hilfe des Abbe'schen Spaltokulars zur Anwendung. Die bei Anwendung des Gauss'schen Okulars oder überhaupt eins Fadenkreuzes als Signal bestehende Lichtschwäche hat gerade bei krystallgoniometrischen Untersuchungen auch sonst schon zur Benutzung spaltförmiger heller Signale auf dunklem Grunde geführt.[1]) Ein solches helles Signal auf dunklem Grunde ist von vornherein, in physiologischer Beziehung, im Vortheil gegenüber dem dunklen Fadenkreuz auf hellem Grunde. Es hat vor diesem den weitern Vorzug, dass man seine Dimension durchaus nicht auf die linienförmige zu beschränken braucht, sondern dem Spalt eine ziemliche Breite geben kann, wenn nur die zu seiner Einstellung dienende Vorrichtung im Sehfeld des Beobachtungsfernrohres eine dementsprechende ist, wie z. B. beim Abbe'schen Spektrometer.[2]) Dies hat für die Anwendung wiederum den Vortheil, dass auch die Reflexbilder von unregelmässig gestalteten und selbst die von matten Flächen zur Wahrnehmung gelangen.

Fig. 2.

Im vorliegenden Falle, wo das Signal nach zwei zu einander senkrechten Richtungen im Sehfeld eingestellt werden muss, kann demselben entweder eine symmetrische Form, z. B. die eines Kreuzspaltes, bezw. halben Kreuzspaltes (Winkels) oder die eines Kreises gegeben werden. Zur Einstellung dient ein kräftiges Strichkreuz in der Brennebene des Objektivsystems, wie in Fig. 3 dargestellt ist. Das Signal selbst ist aus der versilberten Kathetenfläche eines

[1]) Siehe z. B. die neuerlichen Bemerkungen hierüber von Schrauf, *Groth's Ztschr. f. Kryst.* **20.** *S. 90. (1892.)*

[2]) Abbe, Neue Apparate zur Bestimmung des Lichtbrechungs- und Zerstreuungsvermögens. Jena 1874. S. 13.

Reflexionsprismas ausgekratzt, welches nahezu einen Quadranten des Sehfeldes im Beobachtungsfernrohr verdeckt.

Diese Kathetenfläche kommt in die Brennebene des Objektivsystems. Der andern Kathetenfläche des Prismas steht ein kleines Glühlämpchen gegenüber, welches durch eine Kollektivlinse Licht auf dasselbe sendet, wie in Fig. 4 angedeutet. Die Hinzunahme eines solchen Glühlämpchens an Stelle der sonst angewandten Lampen ist in dem vorliegenden Falle keineswegs eine Anpassung an die moderne Sucht, das elektrische Licht möglichst vielseitig zur Verwendung zu bringen, sondern durch die Nothwendigkeit geboten, das Fernrohr in sehr verschiedenen Lagen zu benutzen, wobei es unter Anwendung irgend einer andern Leuchtvorrichtung sehr schwierig sein würde, das Signal in jeder Lage mit Sicherheit beleuchtet zu haben. Dies ist aber offenbar der Fall bei einem mit dem Prisma festverbundenen Glühlämpchen (dessen Fassung in Fig. 2 oben sichtbar ist).

Fig. 3.

Die Methode der Autokollimation ist für den vorliegenden Anwendungszweck in einigen Beziehungen im Nachtheil gegenüber der Benutzung eines Kollimators, welcher das Licht unter grösseren Einfallswinkeln an der Krystallfläche reflektiren lässt. Es wird nämlich offenbar einerseits bei ganz regelmässigen Flächen die Intensität des reflektirten Lichtes für senkrechte Inzidenz eine geringere sein als bei schiefer Incidenz. Da aber der angewandte Winkelspalt ein sehr helles Signal ist, so dürfte dieser Uebelstand kaum ins Gewicht fallen. Es giebt ferner bei ganz matten, diffus reflektirenden Flächen die schräge Inzidenz ein viel aus-

Fig. 4.

gesprocheneres Maximum der Helligkeit in der Richtung der regelmässigen Reflexion.[1]) (Dieser letztere Nachtheil lässt sich vielleicht durch ein Verfahren beseitigen, auf welches ich später zurückzukommen gedenke.) Abgesehen aber von diesen beiden Fällen hat die senkrechte Reflexion den erheblichen Vorzug vor der schiefen, dass die Bilder des Signals bei etwas gekrümmten spiegelnden Flächen unvergleichlich deutlicher wahrnehmbar sind, da bei schiefer Inzidenz, — selbst unter mässigen Winkeln und bei geringer Krümmung der spiegelnden Fläche — gleich eine erhebliche astigmatische Modifikation des Büschels auftritt, welche die Wahrnehmung des Bildes erschwert und die Messungen unter Umständen ganz bedeutend verfälscht.[2])

---

[1]) Vergl. Seeliger, *Sitzungsber. Münch. Akad. S. 201. (1888.)*

[2]) Vergl. W. Voigt, Einfluss der Krümmung der Prismenflächen auf die Messungen der Brechungsindices. *Zeitschr. f. Krystallogr.* **4.** *S. 504.*

2. Das Objektivsystem des Beobachtungsfernrohrs ist so eingerichtet, dass die untersuchte Krystallfläche nahezu in seinen vordern Brennpunkt zu liegen kommt, während das Signal, wie bemerkt, sich in dem hintern Brennpunkt desselben befindet. Hierdurch kommt der in Fig. 4 skizzirte Strahlengang zu Stande, welcher, wie ich an anderem Orte auseinandergesetzt habe[1]), den Vorzug besitzt, dass bei demselben ein in der Einstellung des Okulars auf das Bild begangener Fehler bezw. eine Veränderung des Bildortes gegenüber der Pointirungsebene in Folge der Krümmung der Krystallflächen u. s. w. von möglichst geringem Einfluss auf die Messung wird.

Eine Lagenänderung der reflektirenden Fläche, sei es in der Axenrichtung, sei es senkrecht zu derselben, ändert den Strahlengang nur unwesentlich und hat gar keinen Einfluss auf die Lage des Reflexbildes, kommt daher für das Messungsresultat nicht in Betracht.

Durch ein vor dem Objektivsystems angebrachtes Reflexionsprisma ist das Fernrohr in ein gebrochenes verwandelt, was zur Bequemlichkeit des praktischen Beobachtens dient.

3. Um den Krystall selbst zu beobachten, dient nicht eine Vorschlaglupe, welche zwischen Krystall und Objektiv eingeschaltet wird, sondern es wird mit einer eigens zu diesem Zwecke angebrachten ebenfalls vorschlagbaren Lupe das im Augenpunkt des Okulars auftretende Bild des Krystalls beobachtet. Ist eine Krystallfläche eingestellt, so dass ihr Reflexbild in der Brennebene des Objektivsystems liegt, so erscheint ihr dioptrisches Bild im Augenkreis des Okulars hellleuchtend. Man kann auf diese Weise — wie bekannt und neuerdings wieder von Schrauf (a. a. O.) besonders betont — die der goniometrischen Messung unterzogenen Flächen identifiziren und event. noch anderweitig untersuchen.

4. In der Ebene dieses Augenkreises lässt sich nun eine kleine Irisblende auf einem Schlitten seitlich in zwei zu einander senkrechten Richtungen verschieben. Hierdurch wird es möglich, diejenige Fläche oder denjenigen Theil der Fläche, welche der Untersuchung unterworfen werden soll, durch Verschieben und Zusammenziehen der Irisblende vollständig einzuschliessen, so dass nach Zurückschlagen der Beobachtungslupe nur noch von dem betreffenden Flächenstück Licht ins Auge gelangt. Es liegt auf der Hand, dass hierdurch nicht nur eine störende Erhellung des Sehfeldes durch das von benachbarten, namentlich matten Flächen sonst in dasselbe hineingelangende Licht vermieden wird, sondern dass unter gewissen Umständen (nämlich bei sehr geringer Neigung zweier benachbarten Flächen zu einander) fast nur auf diesem Wege die Zusammengehörigkeit einer Fläche und ihres Reflexbildes festgestellt werden kann.

Ueber die nähere Einrichtung dieses Instrumentes und die mit demselben gemachten praktischen Erfahrungen werde ich mir erlauben, in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift Mittheilung zu machen.

---

[1]) Theorie der optischen Instrumente. (Unter der Presse.) Breslau 1893. S. 164, auch in Winkelmann's *Handbuch d. Physik Bd. II. S. 180.*

Ueber die Länge der Spektren und Spektralbezirke.

Von
Dr. W. Grosse in Vegesack.

Als Maass für die einer Substanz zukommende Dispersion wird die Differenz der äussersten dem sichtbaren Theile des Spektrums angehörigen Brechungsquotienten und zwar die der *B*- und *H*-Linie entsprechenden angesehen. Schon Fraunhofer hat in den *Denkschriften der Münchener Akademie (1814—1815. Bd. V.)* eine Tabelle dieser Differenzen für verschiedene durchsichtige Stoffe angegeben und die Annahme gemacht, dass die Länge des Spektrums bei gleichem brechenden Winkel diesen Differenzen proportional sei. Die für die Vervollkommnung der optischen Instrumente so hervorragend wichtige Konstruktion achromatischer Objektive erforderte eine Vergleichung der Länge der einzelnen Farbenbezirke des Spektrums und auch hier hat Fraunhofer zuerst eine Tabelle gegeben, in welcher durch die Quotienten

$$\frac{H-B}{H_1-B_1}, \quad \frac{C-B}{C_1-B_1}, \quad \frac{D-C}{D_1-C_1}$$

u. s. f. ein Bild sowohl des Verhältnisses der totalen, wie der partiellen Dispersion zweier Substanzen gegeben sein sollte. Für Flintglas No. 13 und Wasser liefert zum Beispiel jene Tabelle die Zahlen:

$$\frac{H-B}{H_1-B_1}=3{,}270; \quad \frac{C-B}{C_1-B_1}=2{,}562;$$

für die folgenden Bezirke 2,871; 3,073; 3,193; 3,460; 3,726, woraus ersichtlich sein sollte, dass das Spektrum des Flintglases 3,27 mal so lang sei als das des Wassers, dass aber der Bezirk von der *B*- bis zur *C*-Linie nur 2,562 mal so lang, dagegen der von der *G*- bis zur *H*-Linie 3,726 mal so lang sei. Die Berechnung dieser Zahlen bis auf drei Dezimalen lässt vermuthen, dass Fraunhofer ihrer Genauigkeit einen hohen Werth beimaass und in der That sind sie dem Zahlenwerth nach genau, da die Brechungsquotienten für die den dunklen Linien entsprechenden Zahlen bis zur vierten Dezimale genau sind. Anders steht es allerdings mit der Frage, ob jene Quotienten in der That der wahre Ausdruck für das Längenverhältniss der Spektren und Spektralbezirke ist. Zwei Voraussetzungen sind da auf ihre Berechtigung zu prüfen:

1) ob die Spektren und die einzelnen Bezirke derselben in ihrer Länge den Differenzen der Brechungsexponenten proportional sind.

Fig. 1.

2) ob das Verhältniss der Länge der Spektralbezirke bei ein und derselben Substanz vom brechenden Winkel des Prismas wirklich unabhängig ist.

Bekanntlich wird das Spektrum stets im Minimum der Ablenkung entworfen; wir wollen die Fälle betrachten, dass das Minimum für Roth (B) oder für Grün (E) oder für Violett (H) eingestellt sei. Den auffangenden Schirm (oder die Netzhaut) stellen wir im Abstande a senkrecht gegen den Strahl mit der geringsten Ablenkung auf. Dann ist im ersten Falle $l = a \,.\, tg\,(\delta_H - \delta_B)$ (Fig. 1), im zweiten $l = l_1 + l_2 = a\; tg\,(\delta_E - \delta_B) + tg\,(\delta_H - \delta_E)$ (Fig. 2), im dritten $l = a\; tg\,(\delta_H - \delta_B)$, wie sich unmittelbar aus Betrachtung rechtwinkliger Dreiecke ergiebt. Da die in Frage kommenden Winkeldifferenzen (die δ sind die Austrittswinkel, welche jedoch in den einzelnen Fällen nicht übereinstimmen, da jedesmal ein anderer Strahl die kleinste Ablenkung hat) nur klein sind, so können wir statt der trigonometrischen Tangenten die den Winkeln entsprechenden Bögen nehmen, also $l = a\,(\delta_H - \delta_B)$ in allen drei Fällen. Die Länge des Spektrums ist dann proportional der Entfernung des Schirmes und der Differenz der Austrittswinkel des H- und B-Strahles. Bei Substanzen von starker Dispersion und grossen Brechungswinkeln wird allerdings die Länge auch noch in geringem Grade durch die Wahl des am meisten abgelenkten Strahles beeinflusst.

Fig. 2.

Wir wollen nun stets ein Prisma mit gleichseitigem Querschnitt zu Grunde legen; dadurch wird der Sinus des im Minimum durchgehenden Strahles im Prisma stets 0,5 (sin 30°). Demnach ist, wenn Roth im Minimum durchgeht, der Sinus des Einfallswinkels $= n_B/2$ und $\sin r_H = n_B/2n_H$, endlich $\sin i_H = n_H \sin(60 - r_H)$; geht aber Violett im Minimum durch, so ist der Sinus des Einfallswinkels $n_H/2$ und $\sin r_B = n_H/2n_B$, endlich $\sin i_B = n_B \sin(60 - r_B)$. Beide Male ist (Schirmabstand = 1 gesetzt) die Länge des Spektrums gemessen durch $i_H - i_B$. Es ergiebt sich die Beziehung $\sin r_H \sin r_B = 1/4$.

Für Flintglas No. 13 und Kronglas No. 9 ergiebt sich unter Zugrundelegung der Fraunhofer'schen Werthe $n_B = 1{,}627749$ und $= 1{,}525839$, $n_H = 1{,}671062$ und $= 1{,}546566$ Folgendes:

Flintglas:

Min.: r_B (30°)		Min.: r_H (30°)	
$r_H =$	29° 8′ 45″	$r_B =$	30° 53′ 3″
$(60 - r_B) =$	30 51 15	$(60 - r_B) =$	29 6 57
$i_B =$	54 28 35 (Min.)	$i_H =$	56 40 15 (Min.)
$i_H =$	58 58 40	$i_B =$	52 22 40
$i_H - i_B =$	4 30 5	$=$	4 17 35

Kronglas:

Min.: r_{B_1} (30°)		Min.: r_{H_1} (30°)
$r_{H_1} = 29° 36' 45''$		$r_{B_1} = 30° 23' 30''$
$60 - r_{H_1} = 30\ 23\ 15$		$60 - r_{B_1} = 29\ 36\ 30$
$i_{B_1} = 49\ 50\ 10$ (Min.)		$i_{H_1} = 50\ 39\ 0$ (Min.)
$i_{H_1} = 51\ 29\ 10$		$i_{B_1} = 49\ 2\ 40$
$i_{H_1} - i_{B_1} = 1\ 39\ 0$		$= 1\ 36\ 20$.

Diese Berechnungsart hat für sich, dass man den Einfluss der Wahl des im Minimum durchgehenden Strahles rechnerisch ohne grossen Zeitaufwand verfolgen kann, da die Beziehung $\sin r_B \sin r_H = 1/4$ die Rechnung vereinfacht. Es ergiebt sich, falls B im Minimum ist, $(H - B)/(H_1 - B_1) = 2{,}088$, während $(i_H - i_B)/(i_H - i_B)$ 2,73 bezw. 2,67 ergiebt. Dies giebt einen Unterschied von etwa 35%; das Flintglasspektrum ist nicht zweimal, sondern $2^3/_4$ mal so lang als das Kronglasspektrum. Wir werden später sehen, dass ähnliche Unterschiede auch für die einzelnen Bezirke sich ergeben. Was den Unterschied in der Länge des Spektrums betrifft, falls verschiedene Strahlen im Minimum sind, so ist klar, dass das Spektrum am kürzesten ist, wenn der H-Strahl im Minimum sich befindet, weil da die übrigen Strahlen bereits zurückkommen. Bei einer stärker dispergirenden Substanz ist der Unterschied in der Länge noch grösser als bei Flintglas. Nehmen wir z. B. den Schwefelkohlenstoff ($n_B = 1{,}6182$, $n_H = 1{,}7020$). Der Eintrittswinkel beträgt, wenn B im Minimum sein soll ($r = 30°$), $i_B = 54° 0' 30''$, wenn H im Minimum ist, $i_H = 58° 19' 15''$. Nennen wir die entsprechenden Austrittswinkel i'_H und i'_B, so ist:

$\sin i'_H = n_H^2/2n_B$	$\sin i'_B = n_B^2/2n_H$
$i'_H = 63° 15' 10''$	$i'_B = 50° 17' 15''$
$i_B = 54\ 0\ 30$	$i_H = 58\ 19\ 15$
$i'_H - i_B = 9\ 14\ 40$	$i_H - i'_B = 8\ 2\ 0$.

Nach **Fraunhofer** würde die totale Dispersion betragen:

$$\left.\frac{\text{Schwefelkohlenstoff}}{\text{Flintglas No. 13}}\right\} = 1{,}936; \quad \left.\frac{\text{Schwefelkohlenstoff}}{\text{Kronglas No. 9}}\right\} = 4{,}048.$$

Dagegen ist das richtige Längenverhältniss: 2,05 bezw. 1,87 und 5,60 bezw. 5,00. — Kassiaöl hat eine ausserordentlich starke Dispersion ($n_B = 1{,}5945$, $n_H = 1{,}7025$). Wir erhalten für B im Minimum:

$$i_B = 52° 52' 10'',\ r_H = 27° 55' 22'',\ (60 - r_H) = 32° 4' 38'';\ i'_H = 64° 40' 45''.$$
$$i_H = 58\ 20\ 50\ ,\ r_B = 32\ 16\ 0\ ,\ (60 - r_B) = 27\ 44\ 0\ ;\ i'_B = 47\ 54\ 10\ .$$

Es ist $i'_H - i_B = 11° 48' 35''$, $i_H - i'_B = 10° 26' 40''$.

Die folgende Tabelle stellt die gefundenen Resultate noch einmal übersichtlich zusammen.

	$n_H - n_B$	$i'_H - i_B$	$i_H - i'_H$	n_E
Kassiaöl	0,1080	708,6'	626,7'	1,6207
Schwefelkohlenstoff	0,0838	554,7	482,0	1,6439
Flintglas No. 13	0,0433	270,5	257,6	1,6420
Kronglas No. 9	0,0207	99,0	96,3	1,5330.

Die Zahlen der einzelnen Reihen zeigen keine Proportionalität und es kann schon jetzt gesagt werden, dass die Länge des Spektrums **nicht** der Differenz der den äussersten Strahlen entsprechenden Brechungsquotienten proportional ist, ja, dass das Verhältniss der Längen sich sogar ändert, wenn statt der B-Strahlen

die H-Strahlen den symmetrischen Durchgang erhalten. Da man nun im Allgemeinen den E-Strahl symmetrisch durchgehen lässt, so wollen wir unsere folgenden Rechnungen, welche sich auf die partielle Dispersion beziehen, auf symmetrischen Durchgang des E-Strahls begründen.

Hier würde vor allem die Frage von Wichtigkeit sein, ob für ein und dieselbe Substanz die Länge der einzelnen Bezirke den entsprechenden Differenzen der Brechungsquotienten proportional sind. Ist das nicht der Fall, so giebt auch die bereits erwähnte Tabelle von Fraunhofer, welche die Quotienten $(C-B)/(C_1-B_1)$ u. s. f. enthält, keinen Anhalt für die Beurtheilung des Verhältnisses der Länge zweier entsprechenden Spektralbezirke von Prismen verschiedener Substanzen.

Die folgende Tabelle giebt zunächst die vollständigen Durchrechnungen für solche Substanzen, deren Brechungsquotienten sehr genau bestimmt sind.

I. Faraday'sches Flintglas.

	n	i_E	r_1	r_2	i	Δi	Δn	$\Delta i/\Delta n$
B	1,7050		30° 22′ 20″		57° 27′	17′	27	0,63
C	1,7077		30 19 10		57 44	46	71	0,65
D	1,7148		30 10 50		58 30	63	94	0,67
E	1,7242	59° 33′ 10″	30	$(60° - r_1)$	59 33	57	83	0,69
F	1,7325		29 50 30		60 30	125	173	0,72
G	1,7498		29 31 0		62 35	82	153	0,54
H	1,7651		29 14 10		63 57			
						390	601	0,644

II. Kassiaöl.

	n	i_E	r_1	r_2	i	Δi	Δn	$\Delta i/\Delta n$
B	1,5945		30° 32′ 40″		51° 38′	19′	34	0,56
C	1,5979		30 28 28		51 57	53	94	0,56
D	1,6073		30 16 34		52 50	78	134	0,58
E	1,6207	54° 7′ 50″	30	$(60° - r_1)$	54 8	90	151	0,59
F	1,6358		29 41 43		55 38	198	313	0,63
G	1,6671		29 5 0		58 56	248	355	0,70
H	1,7025		28 25 22		63 4			
						686	1081	0,635

III. Schwefelkohlenstoff.

	n	i_E	r_1	r_2	i	Δi	Δn	$\Delta i/\Delta n$
B	1,6182		30° 31′ 36″		52° 46′	21′	37	0,57
C	1,6219		30 27 0		53 7	52	109	0,49
D	1,6308		30 16 0		53 59	78	131	0,60
E	1,6439	55° 16′ 50″	30	$(60° - r_1)$	55 17	71	116	0,61
F	1,6555		29 46 54		56 28	156	244	0,64
G	1,6799		29 17 40		59 4	152	221	0,69
H	1,7020		28 52 40		61 36			
						530	838	0,632

IV. Wasser.

	n	i_E	r_1	r_2	i	Δi	Δn	$\Delta i/\Delta n$
B	1,3310		30° 7′ 0″		41° 32′,5	4′,5	10	0,45
C	1,3320		30 5 30		41 37	8	16	0,50
D	1,3336		30 2 40		41 45	9	21	0,43
E	1,3357	41° 54′ 4″	30	$(60° - r_1)$	41 54	11,5	23	0,50
F	1,3380		29 56 10		42 5,5	14,5	32	0,45
G	1,3412		29 57 25		42 20	17	36	0,47
H	1,3448		29 46 10		42 37			
						64,5	138	0,468

In der ersten Reihe finden sich die Brechungsexponenten, in der zweiten der Einfallswinkel des weissen Lichtes (E-Linie im Minimum der Ablenkung), in der dritten und vierten die Brechungswinkel im Prisma, in der fünften die Austrittswinkel, in der sechsten und siebenten die Differenzen dieser Winkel und die der entsprechenden Brechungsexponenten, in der achten der Quotient dieser beiden. Derselbe giebt den Bruchtheil in Bogenminuten an, um welchen für eine Einheit der vierten Dezimale des Brechungsexponenten sich die Ablenkung in dem betreffenden Spektralbezirk vermehrt oder vermindert. Wäre dieser Quotient konstant, nämlich gleich dem für das ganze Spektrum gebildeten Quotienten, so würde in der That die Differenz der Brechungsquotienten uns das Längenverhältniss der Spektralbezirke einer und derselben Substanz geben. Wären ferner die für die ganzen Spektren gebildeten Quotienten gleich, so würde das Verhältniss $(C - B)/(C_1 - B_1)$ u. s. f. der Brechungsquotienten auch das der Längen der Spektralbezirke sein. Beides ist nicht der Fall. Während Fraunhofer den Quotienten $\Delta n/\Delta n_1$ als Maass der Spektrallänge nimmt, ist in Wirklichkeit der Quotient $\Delta i/\Delta i_1$ das Maass derselben.

Nehmen wir als Beispiel Flintglas und Wasser.

	$\frac{C-B}{C_1-B_1}$	$\frac{D-C}{D_1-C_1}$	$\frac{E-D}{E_1-D_1}$	$\frac{F-E}{F_1-E_1}$	$\frac{G-F}{G_1-F_1}$	$\frac{H-G}{H_1-G_1}$	Total
$\Delta i/\Delta i_1$	3,89	5,75	7,00	4,96	8,62	5,12	5,970
$\Delta n/\Delta n_1$	2,70	4,44	4,48	3,61	5,40	4,25	4,353
Quotient	1,441	1,295	1,563	1,374	1,596	1,205	1,387

Wären die Quotienten sämmtlich gleich, so würde man die Annahme machen können, dass die einzelnen Bezirke unter sich in den Zahlen $\Delta n/\Delta n_1$ die richtige Darstellung fänden, abgesehen von dem absoluten Werthe. Aber auch die Quotienten verändern sich nicht unwesentlich. Für Glassorten wird man im Allgemeinen annehmen können, dass mit dem Brechungsquotienten auch die Werthe $\Delta i/\Delta i_1$ gegen die Werthe $\Delta n/\Delta n_1$ wachsen. Schon die Zahlen $\Delta i/\Delta n$ für die Gesammtbreite des Spektrums zeigen für die vier obigen Substanzen annähernd ein solches Ansteigen 0,649 : 0,635 : 0,632 : 0,468 gegen 1,7651 : 1,7025 : 1,7020 : 1,3448 (H-Linie). Doch wird das nicht als Regel gelten können.

Einen auffallend hohen Quotienten $\Delta i/\Delta n$ hat das Flintglas von Merz (etwa

70 % Blei). Dasselbe hat $H = 1,7894$ und $\Delta i/\Delta n = 0,727$. Der Einfallswinkel beträgt für E im Minimum 60° 36′ 15″; ferner ist:

$$\begin{array}{llll} (B)\, n = 1,7218 & r_1 = 30^\circ\, 24' & r_2 = 29^\circ\, 36' & i = 58^\circ\, 16' \\ (H)\, n_1 = 1,7894 & r_1 = 29 \;\; 8,25 & r_2 = 30 \;\; 51,75 & i_1 = 66 \;\; 37,5 \\ \hline n_1 - n = 0,0676 & & & i_1 - i = 8 \;\; 21,5. \end{array}$$

Jedenfalls sollte man in der Praxis bei der Wahl verschiedener Glassorten diese Quotienten $\Delta i/\Delta n$ stets berechnen, da sie Anhaltspunkte gewähren.

Um die Frage zu beurtheilen, wie es mit der Dispersion der beiden Strahlen bei doppeltbrechenden Substanzen bestellt ist, gebe ich im Folgenden die für Kalkspath berechneten Werthe. Die Brechungsquotienten sind Beer's *Höherer Optik* entnommen. Es ist:

$$\begin{array}{ll} \omega_E = 1,66354 & i_E = 56^\circ\, 16'\, 52'' \\ \varepsilon_E = 1,48885 & i_E = 48 \;\; 6 \;\; 35 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \omega_B\, n = 1,65013 & r_1 = 30^\circ\, 16'\, 10'' & r_2 = 29^\circ\, 43'\, 50'' & i_B = 54^\circ\, 55'\;\; 7'' \\ \omega_H\, n = 1,68330 & r_1 = 29 \;\; 36 \;\; 45 & r_2 = 30 \;\; 23 \;\; 15 & i_H = 58 \;\; 22 \;\; 37 \\ \hline 0,03277 & \frac{\Delta i}{\Delta n} = \frac{217,5}{327,3} = \mathbf{0,664} & & i_H - i_B = 3 \;\; 37,5 \;\; (217,5) \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \varepsilon_B\, n = 1,48285 & r_1 = 30^\circ\;\; 8'\;\; 2'' & r_2 = 29^\circ\, 51'\, 58'' & i_B = 47^\circ\, 35'\, 50'' \\ \varepsilon_H\, n = 1,49777 & r_1 = 30 \;\; 48 \;\; 12 & r_2 = 29 \;\; 11 \;\; 48 & i_H = 49 \;\; 52 \;\; 50 \\ \hline 0,01492 & \frac{\Delta i}{\Delta n} = \frac{77}{149,2} = \mathbf{0,516} & & i_H - i_B = 1 \;\; 17 \;\; (77) \end{array}$$

Der Werth $\Delta i/\Delta n$ ist beim ordentlichen Spektrum fast um $^1/_3$ grösser als beim ausserordentlichen. Demgemäss ist auch das von Fraunhofer zu Grunde gelegte Längenverhältniss $\Delta n/\Delta n_1 = 3277/1492 = 2,19$, das wirkliche $\Delta i/\Delta i_1 = 2,80$. Machen wir einmal die nicht völlig zutreffende Annahme, dass das Längenverhältniss der Spektralbezirke den entsprechenden Differenzen der Brechungsexponenten proportional sei, so ergeben sich folgende Δi:

	$\omega\,\Delta i$	$\omega\,\Delta n$	$\varepsilon\,\Delta i$	$\varepsilon\,\Delta n$
A–*B*	19′	283	6′	124
B–*C*	10	150	3	65
C–*D*	26	400	9	180
D–*E*	33	508	12	231
E–*F*	29	439	10	199
F–*G*	55	827	20	386
G–*H*	47	710	16	307

Die Vertheilung der Fraunhofer'schen Linien auf das Spektrum kann für die meisten Fälle der Praxis in dieser Weise vorgenommmen werden. Das Längenverhältniss der Spektra verschiedener Substanzen ist dagegen stets durch Ermittlung der Dispersionswinkel festzustellen.

Wir haben bisher stets einen Prismenwinkel von 60° zu Grunde gelegt. Es fragt sich nun, ob die gefundenen Resultate auch für andere Prismenwinkel gelten, insbesondere, ob das Längenverhältniss der Spektra verschiedener Substanzen **ungeändert** bleibt. Um dies zu entscheiden, habe ich für einen brechenden Winkel von 30° die beiden Substanzen: Faraday'sches Flintglas und Schwefelkohlenstoff völlig durchgerechnet.

I. Flintglas.

	n	i_E	r_1	r_2	i	Δi	Δn	$\Delta i / \Delta n$
B	1,7050		15° 10′ 10″		25° 52′,5			
C	1,7077		15 8 55		25 57,5	5′,0	27	0,18
D	1,7148		15 5 3		26 10,3	12,8	71	0,18
E	1,7242	26° 30′ 15″	15 0 0	$30° - r_1$	26 30,3	20,0	94	0,21
F	1,7325		14 55 35		26 46,7	16,4	83	0,20
G	1,7498		14 46 37		27 21,3	34,6	173	0,20
H	1,7651		14 38 40		27 52,0	30,7	153	0,20
						119,5	601	0,199

II. Schwefelkohlenstoff.

	n	i_E	r_1	r_2	i	Δi	Δn	$\Delta i / \Delta n$
B	1,6182		15° 14′ 40″		24° 20′,3			
C	1,6219		15 12 30		24 27,7	7′,4	37	0,20
D	1,6308		15 7 25		24 46,8	19,1	89	0,18
E	1,6439	25° 10′ 50″	15 0 0	$(30° - r_1)$	25 10,8	24,0	131	0,18
F	1,6555		14 53 30		25 34,2	23,4	116	0,20
G	1,6799		14 40 15		26 21,7	47,5	244	0,195
H	1,7020		14 28 35		27 5,8	44,1	221	0,20
						165,5	338	0,197

Zunächst ergiebt sich, dass die einzelnen Differenzen noch mehr übereinstimmen; ferner dass die Länge des Spektrums im ersten Falle um das 3,26 fache, im zweiten um das 3,21 fache verkürzt ist. Dieses Resultat berechtigt uns zu dem Schlusse, dass für die Praxis das Längenverhältniss verschiedener Spektra als unabhängig betrachtet werden kann von der Wahl des Prismenwinkels. Bei sehr stark abweichenden Brechungsquotienten allerdings kann die Zahl wohl variiren. Z. B. ist bei einem Wasserprisma von 30° die Divergenz des *H*- und *B*-Strahles 26′,3 (die Winkel sind $i_E = 20°\ 13′,5$, $i_B = 20°\ 4′,5$, $i_H = 20°\ 30′,8$). Da wir für 60° brechenden Winkel 64′,5 hatten, so ist das Längenverhältniss nur noch 2,45.

Um die Längenzunahme des Spektrums für noch grössere Prismenwinkel beurtheilen zu können, habe ich noch den Strahlendurchgang für ein Wasserprisma von 90° völlig durchgerechnet.

Es ergeben sich folgende Werthe:

Wasser (90°).

	n	i_E	r_1	r_2	i	Δi	Δn	$\Delta i / \Delta n$	L_{90}/L_{60}
B	1,3310		45° 12′ 10″		69° 41′,3				3,20
C	1,3310		45 9 30		69 55,7	14′,4	10	1,44	2,86
D	1,3336		45 5 25		70 18,5	22,8	16	1,43	3,37
E	1,3357	70° 49′ 10″	45 0 0	$90° - r_1$	70 49,2	30,7	21	1,45	3,00
F	1,3380		44 54 5		71 23,6	34,4	23	1,50	3,44
G	1,3412		44 46 0		72 13,1	49,5	32	1,55	3,47
H	1,3448		44 36 50		73 11,8	58,7	36	1,63	3,26
						210,5	138	1,525	

$\Delta i/\Delta n$ zeigt geringe Abweichungen. Der Quotient L_{90}/L_{60} giebt das Längenverhältniss der einzelnen Spektralbezirke für ein Prisma von 90° und von 60° brechendem Winkel. Die äussersten Werthe 2,86 und 3,47 haben eine Differenz von mehr als 20 %.

Unsere beiden anfangs aufgeworfenen Fragen müssen demnach streng genommen verneint werden. Nur ganz im Allgemeinen gewähren die Brechungsquotienten an und für sich die Mittel, um Schlüsse über die Spektren, die einzelnen Bezirke und ihr Längenverhältniss für verschiedene Substanzen ziehen zu können.

Astatisches Thomson'sches Spiegelgalvanometer von hoher Empfindlichkeit.

Von

Dr. **F. Paschen.**

Die astatischen Galvanometer haben den Zweck, zur Messung oder zum Nachweis sehr geringer Ströme zu dienen. Sie sind demgemäss auf hohe Empfindlichkeit konstruirt. Die vier Rollen liegen sehr nahe an den Nadeln des astatischen Systems. Bei dem Thomson'schen Modell ist dies wohl am vollkommensten erreicht. Diese Galvanometer führen weiter sehr leichte Magnetsysteme und haben vor anderen Konstruktionen den Vorzug einer hohen Empfindlichkeit bei kleiner Schwingungsdauer und grosser Präzision. Sie haben den weiteren Vorzug, dass man ihre Empfindlichkeit noch sehr viel über die der besten käuflichen Instrumente dieser Art steigern kann, wie kürzlich von Herrn Snow[1]) geschehen ist. Die Herren du Bois und Rubens haben in neuester Zeit ein Galvanometer für die Praxis konstruirt, welches nach gefälliger privater Mittheilung ungefähr dasselbe leistet wie das des Herrn Snow und damit die bisher besten Instrumente dieser Art erheblich übertrifft. Die Verbesserungen des Herrn Snow beziehen sich vorzugsweise auf das Rollensystem. Auch das Magnetsystem ist verfeinert, aber seine Anordnung ist noch nicht so günstig wie möglich, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird.

Bekanntlich soll man zur Erreichung hoher Empfindlichkeit leichte Magnetsysteme anwenden, welche nach Herrn Snow den Vorzug eines starken magnetischen Momentes jedes der Magnetkomplexe und eines kleinen Gesammtträgheitsmomentes in sich vereinigen. Wie dies am Rationellsten zu machen ist, darüber habe ich keine Angaben gefunden. Ein weiteres Erforderniss ist dann, dass die Direktionskraft, welche die Ruhelage bestimmt, sehr klein sei, bezw. durch Astasirung von aussen sehr klein zu machen ist. Man kann diese Bedingung nur dadurch erfüllen, dass man sehr feine Suspensionen (Quarzfäden) anwendet und die Magnete möglichst regelmässig anordnet.

Wie das magnetische Moment jedes der Magnetkomplexe möglichst gross, und zugleich das Trägheitsmoment des gesammten Systems möglichst klein wird, ergiebt sich aus der folgenden Ueberlegung, deren Voraussetzungen nur angenähert richtig sind, welche aber zur Konstruktion eines Instrumentes führte, welches das oben genannte bisher beste Galvanometer, das von Herrn Snow, etwa achtmal an Empfindlichkeit übertrifft. Diese Ueberlegungen haben den weiteren Vorzug, dass sie den Weg zeigen, auf dem man erforderlichen Falles noch mehr erreichen könnte.

---

[1]) Snow, *Wied. Ann.* **47.** *S. 214. (1892.)*

Die Voraussetzung ist, dass bei den dünnen Magneten, welche hier in Betracht kommen, das magnetische Moment einfach proportional ihrem Querschnitt und ihrer Länge sei: d. h. bei gleich langen Magneten von verschiedener Dicke ihrem Querschnitt, bei verschieden langen, aber gleich dicken proportional ihrer Länge. Diese Annahme wird um so richtiger sein, je kleiner die Querdimensionen dieser Magnete im Verhältniss zu ihrer Länge sind. Auf Grund dieser Annahme ergiebt sich Folgendes:

Befinden sich oben und unten nur je ein Magnet, und ist das Trägheitsmoment aller übrigen Theile des Systems gegenüber dem der Magnete verschwindend klein, so ist es offenbar bei Verwendung von gleich langen Magneten gleichgiltig, wie dick sie sind, da das magnetische Moment sich in gleichem Maasse, wie das Trägheitsmoment ändert. Wenn aber in einem System die Magnete sonst gleich und nur n mal kürzer sind als in einem anderen, so ist in dem ersten System das Trägheitsmoment n^3 mal kleiner, das magnetische Moment aber nur n mal kleiner als in dem zweiten mit längeren Nadeln. Astasirt man beide Systeme zu der gleichen Schwingungsdauer[1]), so giebt das System mit den kürzeren Magneten n^2 mal grössere Ausschläge.

Verwendet man mehr als je einen Magneten, so wächst das magnetische Moment mit der Zahl der Magnete, aber weniger schnell als das Trägheitsmoment, weil sich die nahe beisammen befindlichen Magnete gegenseitig schwächen. Dennoch ist es unerlässlich, dies zu thun, weil das System ausser den Magneten noch einen Halter für diese und einen Spiegel führt, deren Trägheitsmomente in Betracht kommen. Es wäre allerdings das Günstigste, nur je einen Magneten von so grossem Trägheitsmoment zu nehmen, dass dasjenige der übrigen Theile dagegen verschwindet, wenn die obige Voraussetzung für die hierzu erforderlichen dicken Magnete noch annähernd giltig wäre. Es kommt noch hinzu, dass es schwer ist, bei nur zwei Magneten eine genügende Astasirung zu erreichen.

Wenn sich nun beispielsweise bei nahe beisammen befindlichen Magneten das magnetische Moment proportional der Quadratwurzel aus ihrer Masse ändern würde, wäre es das Günstigste, das Trägheitsmoment der Magnete gleich dem der übrigen Theile zu machen. Der Versuch zeigt, dass dies nicht das Günstigste ist, aber doch besser, als nur je einen schweren Magneten oben und unten anzuwenden.

Als Material zu den Versuchen dienten verschieden starke Spiralfedern, welche in der Taschenuhr die Unruhe bewegen. Sie sind über dem Zylinder einer Lampe gestreckt, mit dünnem Kupferblech umgeben geglüht und gehärtet, und abwechselnd an einem starken Elektromagneten magnetisirt und längere Zeit bei 100° C angelassen.

Ihre Dicke betrug 0,01 bis 0,2 *mm*, ihre Breite 0,1 bis 0,3 *mm*. Die kleinen Magnetchen wurden mit Schellack auf einem Glasfaden befestigt. Der Glasfaden war möglichst dünn, aber doch so dick, dass er sich unter dem Einfluss der an ihm befestigten Magnete nicht verbog oder tordirte. Er war aber nicht kapillar, wie bei Snow, da sein Trägheitsmoment ja kaum in Betracht kommt. Dagegen ist es wesentlich, dass er möglichst dünn ist, damit die Magnete keinen zu grossen Abstand von der Axe erhalten. Die Spiegel waren aus mikroskopischem Deckglase von 0,05 bis 0,03 *mm* Dicke ausgesucht und sehr dünn versilbert und lackirt. Sie hatten einen Durchmesser von 2 bis 4 *mm* und gaben in 3 *m* Skalenentfernung

[1]) Bei gleicher Schwingungsdauer ist die Direktionskraft proportional dem Trägheitsmoment, der Ausschlag wiederum umgekehrt proportional der Direktionskraft.

bei geeigneter Beleuchtung ein Bild, welches Zehntel-Millimeter zu schätzen gestattete. Sie wurden mit äusserst wenig Wachs auf eines der Magnetsysteme gekittet. Die Systeme hingen an einem so dünnen Quarzfaden, dass dessen Torsion nicht in Betracht kam, d. h. dass man den Fadenhalter um 360° drehen konnte, ohne dass sich die Einstellung des Systems änderte. Die Systeme wurden in einer geeigneten Multiplikatorrolle in Bezug auf ihre Leistungen verglichen.

Es stellte sich zunächst heraus, dass Systeme mit verschieden dicken, aber gleich langen und sonst analog angeordneten Magneten sich sehr wenig von einander unterschieden. Bei einer Länge von 4 *mm* ergaben 0,2 *mm* dicke Stäbchen schon ein schlechteres System; 0,02 *mm* dicke waren wiederum zu fein. Bei einem Gesammtgewicht von 8 bis 12 *mg* musste das der Magnete 6 bis 10 *mg* betragen, damit das System sich möglichst gut verhielt. Es war besser, diese 6 bis 10 *mg* durch Anwendung vieler dünner, als weniger dicker Magnete herzustellen. Das beste dieser Systeme gab unter sonst gleichen Verhältnissen einen zweimal so grossen Ausschlag als die schlechtesten. Mit vieler Mühe war also wenig zu verbessern.

Dagegen machte die Anwendung kürzerer Magnete ganz Beträchtliches aus. Ein System mit sonst gleichen, nur 2 *mm*, statt 4 *mm* langen Nadeln gab etwa den 3fachen Ausschlag, und ein solches mit nur 1,5 *mm* langen Magneten schon den sechsfachen Ausschlag. Wurde nun aus so dünnen Stäbchen ein System mit 5 bis 6 *mm* langen Nadeln gemacht, dass dessen Trägheitsmoment ungefähr gleich demjenigen des Systems mit 1,5 *mm* langen war, so gab dies bei gleicher Schwingungsdauer 12 bis 14 mal kleinere Ausschläge. Nach obiger Voraussetzung muss die Masse der Magnete, welche n mal so lang sind, $1/n^2$ derjenigen der kurzen sein, damit das Trägheitsmoment beidemale das gleiche ist. Dann ist ihre Dicke $1/n^3$ der kurzen und ihr magnetisches Moment $1/n^2$ der kurzen.

Wenn hiernach der Weg zur Verfeinerung der Thomsonschen Galvanometer der ist, die Länge der Magnete zu reduziren, so ist diesem Verfahren durch die Anforderung eine Grenze gesteckt, dass die beiden Magnetkomplexe möglichst gleich seien, und dass sämmtliche Magnete möglichst parallele Axen haben, damit der resultirende Magnet ein recht kleines magnetisches Moment besitze. Sonst kann das System mit den kürzeren Nadeln nicht zur gleichen Schwingungsdauer astasirt werden, wie das mit längeren. Ferner hindert die weitere Bedingung, dass das Trägheitsmoment des Spiegels nicht zu gross gegenüber dem der Magnete sei. Lässt sich die erstere Grenze durch die Geschicklichkeit des Verfertigers hinausschieben, so könnte man zweitens den Spiegel ganz entbehren und die Drehungen mit einem Mikroskop ablesen bezw. projiziren.

Ich habe mich bei meinen Versuchen mit dem Nachweise dessen begnügt, was oben angegeben ist, und dann das beste System gemacht, welches mit den oben angeführten Mitteln, vor Allem mit den beschriebenen Spiegeln möglich ist. Es besteht aus je 13 Magnetchen von 1 bis 1,5 *mm* Länge, die zu beiden Seiten eines Glasfadens einander parallel und von einander etwa 0,3 *mm* entfernt auf einer Strecke von 4 *mm* aufgeklebt sind und so je einen Komplex bilden. Von je 2 gleich langen Magnetchen ist immer einer oben und einer unten befestigt. Der Spiegel hat 2 *mm* Durchmesser und ist 0,03 *mm* dick. Das gesammte System wiegt 5 *mg*, der Spiegel allein weniger als 1 *mg*. Als Suspension genügt ein einige (5) *cm* langer Quarzfaden, der aber so dünn, oder dünner ist als die feinsten Spinnefäden. Derselbe hat nur die Aufgabe, das System zu tragen, ohne durch seine Torsion die Direktionskraft zu vergrössern. Da die Tragkraft mit der 2.,

die Torsion mit der 4. Potenz der Dicke abnimmt, so ist diese Bedingung für die leichten Systeme erfüllbar. Quarzfäden lassen sich immer fein genug ziehen. Nur diese Eigenschaft der Quarzfäden ist hier benutzt. Die andere, das Fehlen einer elastischen Nachwirkung, kommt dem Galvanometer nicht zu Gute, da man am besten so dünne Fäden nimmt, dass ihre Torsion nicht merkbar wird. Für die Ruhelage entsteht somit kein wesentlicher Vortheil aus der Verwendung der Quarzfäden im Galvanometer.

Das beschriebene Magnetsystem stellte sich sofort ostwestlich ein. Ist dies nicht sofort der Fall, so kann man es leicht dadurch erreichen, dass man immer den schwächeren Komplex wiederholt einem Magneten nähert, bis genügende Astasirung vorhanden ist. Eine Glasscheibe hindert dabei zweckmässig die direkte Berührung der Magnete, bei welcher das System zerbrechen könnte.

Für dies Magnetsystem habe ich nunmehr eine Rollenanordnung gebaut, und zwar derartig, dass die beiden oberen Rollen ohne Zwischenraum über den unteren liegen[1]). Die Rollen haben 4 *cm* Durchmesser. Sie sind nach dem günstigsten Axenschnitt konstruirt und mit Draht von variabelem Durchmesser versehen. Sie führen nach Snow's Vorgang keinen Rahmen. Der Durchmesser der Höhlung beträgt 5 *mm*. Die Rollen haben nur etwa $^2/_3$ soviel Windungen als diejenigen von Snow. Die Windung mittlerer magnetischer Wirkung liegt aber den Magneten näher.

In dieser Rollenanordnung gab das Instrument bei 60 *Ohm* Rollenwiderstand und einer ganzen Periode von 6 bis 7″ bei 3 *m* Skalendistanz 1 *mm* Ausschlag für den Strom $2{,}3 \cdot 10^{-11}$ *Amp.* Die Schwingung hatte dann bei kurz geschlossenem Galvanometerkreis nur einen Umkehrpunkt. Unter ganzer Periode ist dabei die Zeit vom Beginne der Schwingung bis zum Stillstande der Nadel verstanden. Bei geöffnetem, oder durch einen grossen Widerstand geschlossenem Galvanometerkreise erfolgten dann aber mehr (4) und etwas schnellere Schwingungen. Es liess sich noch weiter astasiren und zwar sehr bequem bis zu einer aperiodischen Schwingung, die bei kurz geschlossenem Galvanometerkreise 20″ dauerte, bei geöffnetem oder durch 5000 *Ohm* geschlossenem einen Umkehrpunkt und eine

[1]) Der Spiegel wird zweckmässig nicht auf eins der Magnetkomplexe, sondern auf den Glasstab gekittet, und zwar über oder unter den Rollen.

ganze Schwingungsperiode von 15" hatte. Dann war seine Konstante etwa 3,3 . 10^{-12} *Amp.*

Das Galvanometer von Herrn Snow und diejenigen der Herren du Bois und Rubens geben unter sonst gleichen Verhältnissen etwa 8 bis 10 mal weniger.

Bemerkenswerth ist die sehr starke Dämpfung, welche bei der sehr geringen Direktionskraft des Systems sowohl durch Reibung an der Luft, als durch Induktion entsteht, und welche für eine gleiche Schwingungsdauer wohl so stark, wie in den Glockenmagnet-Galvanometern ist.

Durch Anwendung von Rollen mit Rahmen aus elektrolytischem Kupfer, deren Höhlungen ausgefüllt sind, und nur einen kleinen kugelförmigen Raum zur freien Bewegung der Magnete haben, lässt sich leicht eine so starke Dämpfung erzielen, dass eine Schwingung von 3" aperiodisch verläuft. Die oben beschriebenen Rollen liessen sich bei meinem Galvanometer mit solchen austauschen. Die Empfindlichkeit war in diesen letzteren etwa 2,5 mal geringer als in denjenigen ohne Rahmen. Die untersten Windungen hatten aber auch einen Durchmesser von 10 statt 5 *mm* und der Zwischenraum zwischen den Windungen der vorderen und hinteren Rollen musste 2 *mm* statt 1 *mm* genommen werden, damit Raum für den Glasstab und den Quarzfaden blieb. Wenn nicht so sehr auf höchste Empfindlichkeit, sondern auf schnelle Einstellung gesehen wird, verdient dies Rollensystem den Vorzug.

Die Proportionalität der Ausschläge mit den Stromstärken ist sehr befriedigend. Die Präzision ist eine eben so gute, wie in den besten bisherigen käuflichen Galvanometern dieser Art, welche unter sonst gleichen Verhältnissen etwa 100 bis 1000 mal kleinere Ausschläge geben.

Den Aufbau des Galvanometers mit den Kupferrollen zeigt die Figur (a. v. S.), sowie es von der hiesigen Firma Janssen & Fügner nach meinen Angaben in sehr korrekter Weise ausgeführt ist. Ich brauche eine so hohe Empfindlichkeit für bolometrische Messungen. Das Instrument lässt sich aber auch mit 10 bis 20000 *Ohm* Rollenwiderstand herstellen und kann dann für Isolationsmessungen u. s. w. gute Dienste leisten. Ein Ausschlag von 1 *mm* entspricht dann einem Strom von etwa 2 . 10^{-11} *Amp.* Dieser Strom würde 14 Millionen Jahre brauchen, um 1 *mg* Wasser zu zersetzen.

Hannover, November 1892.

Ueber die Methoden der Distanzmessung zweier Sterne mit dem Heliometer.

Von
Dr. **L. Ambronn** in Göttingen.

Die nachfolgenden Ausführungen sind veranlasst durch eine Mittheilung Dr. D. Gill's, Königl. Astronomen an der Sternwarte am Kap der Guten Hoffnung, in *No. 3132 der Astronom. Nachrichten.* Diese Abhandlung hat wiederum direkte Beziehungen zu den Untersuchungen desselben Astronomen, welche er bei Gelegenheit einer Triangulation von Sternen unternommen hat und die zur Festlegung der Positionen des kleinen Planeten Viktoria (Bestimmung der Sonnenparallaxe) benutzt worden sind. — Der nächste Grund Gill's zu seinem Artikel in *No. 3132 der Astron. Nachrichten* war der, dass die Distanzen zwischen den Sternen von verschiedenen Beobachtern verschieden gemessen worden waren, und dass zwischen den Messungen

desselben Beobachters sich bestimmte Unterschiede zeigten, je nachdem die gemessene Distanz gross oder klein war.

Gill hat zur Erklärung dieser Verschiedenheiten die verschiedenen Messungsmethoden miteinander verglichen und hat so für einen Theil derselben eine Erklärung gefunden, während andere Unterschiede sich dadurch nicht aufklären lassen. An dieser Stelle soll nun aber der letztere Zweck Nebensache sein; wir wollen uns nur mit den von Gill aufgezählten Messungsmethoden beschäftigen und mit der Herleitung der durch diese bedingten Korrektionen der abgelesenen Distanzen.

Bekanntlich wird bei den Distanzmessungen mit dem Heliometer so verfahren, dass man die beiden Bilder des Sternpaares durch Verschiebung der Objektivhälften und Drehung derselben um die mechanische Axe des Fernrohres in eine solche Stellung zu einander bringt, dass das Bild des Sternes a der Hälfte I mit dem Bilde des Sternes b der Hälfte II zur Deckung kommt. Würde man in dieser Stellung die Skalen der Objektivschieber ablesen, so hätte man in bekannter Weise die Distanz der beiden Sterne. Nun ist es aber thatsächlich nicht angebracht, die erwähnten beiden Bilder zur Deckung zu bringen, weil man diese selbst nur mit geringer Genauigkeit beobachten kann. Man lässt deshalb die beiden Bilder durch Drehen des Objektivkopfes (bei den älteren Heliometern) oder des ganzen Fernrohres (bei den neueren Heliometern) durch einander hindurchpendeln und beobachtet die gegenseitige Stellung der beiden Bilder zu einander. In der Art und Weise, wie man diese Stellung der beiden Bilder zu einander auffasst, liegt nun der Unterschied in der Beobachtungsmethode.

Fig. 1.

Denkt man sich in Fig. 1 die beiden Objektivhälften I und II so weit auseinandergeschraubt (ich nehme bei diesen Darstellungen nur Rücksicht auf Heliometer, bei welchen sich die beiden Objektivhälften symmetrisch zur mechanischen Axe des Fernrohrs verschieben), dass das Bild b' mit dem Bild a'' zusammenfällt, so wird nach Obigem $c' c''$ unmittelbar die Distanz der beiden Sterne a und b sein (wenn c' und c'' bezw. die Zentren der Objektivhälften sind). Nach dem Gesagten ist diese Methode aber unthunlich und man dreht deshalb die Schnittlinie SS' um den Punkt O (Mechan. Axe des Fernrohrs). Damit wird Folgendes bewirkt: Die Bilder von a und b, welche früher von I in a' und b' (Fig. 1) entworfen wurden, werden jetzt nach $a' b'$ (Fig. 2) und die Bilder von a und b, welche früher von II in $a'' b''$ (Fig. 1) entworfen wurden, werden jetzt nach $a'' b''$ (Fig. 2) rücken.

Fig. 2.

Ein ganz analoger Vorgang findet statt, wenn die Schnittlinie nach der andern Seite hin aus der Lage in Fig. 1 herausgedreht wird, so wie es die Fig. 3 veranschaulicht. c' und c'' sind die Mittelpunkte der beiden Objektivhälften I und II und diese werden durch die eben angedeutete Drehung um den Punkt O Kreisbogen beschreiben. Da aber die Lage der Sterne, d. h. die Richtung ihrer Verbindungslinie im Raume dieselbe bleiben muss, so müssen die Bilder dieser Sterne a und b die Stellungen $a'\,b'$ bezw. $a''\,b''$ annehmen. Für gewöhnlich werden im Gesichtsfeld nur zwei dieser Bilder, entweder a'' und b' oder a' und b'', wie in den Fig. 2 und 3 angedeutet, gleichzeitig sichtbar sein (nur auf diesen Fall bezieht sich diese Methode der Beobachtung). Da nun im Gesichtsfelde der älteren Heliometer keinerlei Marken angebracht sind, um irgend eine Richtung ihrer wahren Lage nach zu fixiren, so ist man bei der Beobachtung nach dieser Methode darauf hingewiesen, danach zu streben, dass die Linien $a''\,b'$ in Fig. 2 und 3 dieselbe Richtung im Raume in beiden Lagen der Schnittlinie einnehmen; dies kann aber nur dadurch erreicht werden, dass man die beiden Objektivhälften etwas weiter voneinander entfernt, als es beim wirklichen Zusammenfallen der Bilder a'' und b' geschehen würde. Die Folge davon ist, dass man nach dieser Methode die Distanzen etwas zu gross misst. Ich bemerke hier aber ausdrücklich,

Fig. 3.

dass es selbstverständlich nur möglich ist, diese gleiche Richtung der Verbindungslinie $a''b'$ durch Veränderung der Distanz $c''\,c'$ zu erzielen und nicht dadurch, dass man die Sterne scheinbar um c' und c'' Kreise beschreiben lässt und dann die Radien dieser Kreise vergrössert, wie es die Gill'sche Auseinandersetzung scheinbar verlangt. Die Entfernung der Sternbilder vom Zentrum der sie erzeugenden Objektivhälfte ist natürlich nicht in die Willkür des Beobachters gestellt, da diese eben durch die Distanz der beiden Sterne bedingt ist; ebenso ist die Richtung dieser Distanz nicht um die Punkte c' und c'' drehbar, sondern nur die Distanz und Richtung von c' und c'' ist willkürlich veränderlich, aber nicht die von $a'b'$ und $a''b''$. Will man die Grösse der nach Obigem nothwendigen Korrektion der Distanz ableiten, so hat man nur nöthig, den Unterschied der Strecken $\gamma'O$ und $c'O$ bezw. $\gamma''O$ und $c''O$ zu bestimmen. Die Summe dieser beiden Differenzen wird angeben, um wie viel man die Entfernung $\gamma'\,\gamma''$ grösser genommen hat als die Entfernung $c'\,c''$, d. h. $a'\,b'$ bezw. $a''\,b''$. Es wird nämlich dann c' und c'' so viel verschoben werden (längs SS'), dass sich die Bilder a'' und b' auf der Linie $\alpha\beta$, d. h. in α und β befinden; die Strecken $c'\,b' = \gamma'\,\beta$ und $c''\,a'' = \gamma''\,\alpha$ sind aber die thatsächlichen halben Distanzen; die in β bezw. α errichteten Lothe gehen dann durch den Punkt O (sie bilden eben die Linie $\alpha\beta$, die mit $c'\,b'$ und $c''\,b''$ um γ' und γ'' geschlagenen Kreise berühren sich dann nicht mehr in O) und es ist somit:

$$\gamma'\,O = \gamma''\,O = \gamma'\,\beta \sec\varphi = \gamma''\,\alpha \sec\varphi,$$

$$\gamma'\,\gamma'' = 2\,c'\,b' \sec\varphi = 2\,c''\,a'' \sec\varphi = c'\,c'' \sec\varphi,$$

also die Korrektion: $$c'\,c'' - \gamma'\,\gamma'' = c'\,c'' - c'\,c'' \sec\varphi = c'\,c''\,(1 - \sec\varphi).$$

Daher: $$\Delta = c'\,c'' = \gamma'\,\gamma'' - \Delta\,(\sec\varphi - 1)$$

$$\Delta = \gamma'\,\gamma'' - \gamma'\,\gamma''\,(\sec\varphi - 1),$$

da man für den Fall, dass φ ein sehr kleiner Winkel ist, welches hier stets eintritt, im zweiten Gliede der rechten Seite auch Δ mit $\gamma'\gamma''$ vertauschen kann. Es ist aber dann $\gamma'\gamma''$ die abgelesene Distanz und Δ die wahre[1]).

Die eben beschriebene Methode wird bei weitem am meisten zur Anwendung gelangen und nicht nur bei den älteren Heliometern, wo keine festen Marken im Gesichtsfeld hergestellt werden, sondern auch bei den neueren, wie es z. B. hier in Göttingen geschieht; denn es ist fraglich, ob die weiter hin zu besprechende Methode mit Benutzung fester Marken einen Vortheil gewährt[2]); dieselbe hat aber bestimmt den Nachtheil, dass bei ihr meistens Feldbeleuchtung hergestellt werden muss, wie Dr. Gill selbst angiebt. Bevor ich auf diese Methode näher eingehe, möchte ich noch eine Bemerkung über die Realität der oben abgeleiteten Korrektion anfügen. Würde man wirklich so beobachten, wie oben angegeben, so muss auch die gefundene Korrektion angebracht werden! Ich habe aber während einer Reihe von Jahren, in denen ich mich fast ausschliesslich mit Heliometermessungen beschäftigte, mit besonderer Sorgfalt auf den physiologischen Vorgang bei der Beobachtung geachtet und bin im Grossen und Ganzen dazu gekommen, dass ich glaube, man beobachtet thatsächlich das Durcheinandergehen der beiden Bilder und nicht die Richtung der Linie $\alpha\beta$; wenigstens ist die Distanz $\alpha\beta$ bei der eigentlichen Schätzung so klein, dass keine reelle Korrektion mehr nöthig wird, denn obgleich ich wohl die Sternbilder weiter auseinander entferne, als für das gänzliche Verschwinden der Korrektion noch zulässig wäre, so benutze ich diese so gebildete längere Strecke $\alpha\beta$ doch nicht mehr zur Schätzung, sondern verschaffe mir damit nur einen gewissen Moment der Ruhe für das Auge, von dem aus ich aufs Neue das „Durcheinandergehen“ der Sternbilder verfolge. — Das ist wenigstens das, was mir im Laufe der Zeit als der wahre Vorgang bei der Messung erschienen ist. Selbstverständlich kann diese Auffassung der Dinge auch eine rein individuelle sein; indess hat die Ausgleichung meiner Vermessung der 16 helleren Sterne der Plejaden unter sich sowohl als im Vergleich mit den Elkin'schen Distanzen keineswegs das Gegentheil meiner Auffassung dargethan.

Die neueren Heliometer, bei denen sich das ganze Fernrohr in einer Wiege um seine mechanische (bei zusammengeschraubten Objektivhälften zugleich optische) Axe dreht[3]), gestatten nun noch eine andere Methode der Beobachtung grosser Distanzen, welche dadurch ermöglicht wird, dass sich mit dem Objektivkopf, d. h. mit der Schnittlinie der Objektivhälften zugleich auch das Okular und die Fadenplatte hinter demselben dreht. — Es wird dadurch die folgende Anordnung der Messung ermöglicht: Denkt man sich wieder wie in Fig. 1 die Sterne zunächst zur Koinzidenz gebracht, dann aber ebenfalls aus dem angeführten Grunde die Schnittlinie gedreht, so wird dasselbe eintreten, was oben schon beschrieben ist. Gleichzeitig mit der Schnittlinie wird sich aber auch ein aus vier Metalllamellen bestehendes Quadrat (Fig. 4), dessen Seiten parallel bezw. senkrecht zur Schnittlinie orientirt sind, mit gedreht haben und es werden

F H S S' E G

Fig. 4.

[1]) Natürlich abgesehen von den verschiedenen anderweitigen Korrektionen wegen Refraktion, Temperatur u. s. w.

[2]) Wenn es sich nicht um Messungen von Positionswinkeln handelt.

[3]) Bei dem hiesigen Repsold'schen Heliometer ist die mechanische Axe des Fernrohres eigentlich nicht auch die Drehungsaxe, doch bleiben sich beide während der Drehung parallel, was für diese Frage gleichbedeutend ist.

die Sternbilder $a'' b'$, welche vorher in Form eines einzigen Bildes in das Quadrat gebracht waren, auseinander gegangen sein, und zwar bei der Drehung im einen Sinne so, wie es Fig. 5, und bei der Drehung im andern Sinne so, wie es Fig. 6 zeigt. Jetzt hat man aber im Gesichtsfelde selbst einen Anhalt zur Festlegung irgend einer Richtung, nämlich die Seiten des Quadrates. Benutzt man die beiden auf der Schnittlinie senkrechten Lamellen, so wird man dahin streben, die sich bei der Drehung in Position zwischen diesen Lamellen bewegenden Sternbilder überall in gleichen Abstand von den Lamellen zu halten; d. h. man wird versuchen, die Verbindungslinie $a'' b'$ in Fig. 5 und 6 parallel zu den Lamellen $E F$ u. $G H$ zu machen.

Das kann aber nur dadurch erreicht werden, dass man die Entfernung $c' c''$ verkleinert, um a'' nach α und b' nach β zu schieben, aber es ist auch hier wohl zu beachten, dass diese Aenderung nicht erreicht werden kann durch Veränderung von $c' b'$ oder $c'' a''$, sondern nur durch Verkürzung der Distanz $c' c''$, also nur dadurch, dass man diese Entfernung kleiner macht als den Abstand der beiden Sterne a und b. Man misst also in diesem Falle mit den Skalen des Objektivschiebers den Abstand $\gamma' \gamma''$ (Fig. 6) anstatt $c' c''$. Der Unterschied

Fig. 5.

Fig. 6.

beider beschriebenen Methoden beruht darin, dass man im ersten Fall der Linie $\alpha \beta$ eine feste Richtung im Raume, im zweiten Falle aber eine fest bestimmbare Richtung zu einem sich bei der Drehung im Positionswinkel mit bewegenden Theile des Instrumentes giebt. Dieser letzte Umstand ist aus den Figuren 6 und 7 in der Gill'schen Abhandlung wieder nicht genugsam ersichtlich, da er dort die Lamellen $E F$ und $G H$ gegen die Schnittlinie gedreht erscheinen lässt, was doch beim Instrument nicht der Fall ist. Es kommt nun auch im zweiten Falle darauf an, die an die abgelesene Distanz $\gamma' \gamma''$ anzubringende Korrektion zu bestimmen. Es ist $\alpha \gamma'' = a'' c'' = \beta \gamma' = b' c' = \frac{1}{2} \Delta$, wenn Δ wiederum den wahren Abstand der Sterne a und b bedeutet.

Da aber in diesem Falle $\alpha \beta$ senkrecht zu $c' c''$ bezw. $S S'$ ist, so hat man $\gamma' O = \gamma'' O = \gamma' \beta \cos \varphi = \gamma'' \alpha \cos \varphi$, wo φ dieselbe Bedeutung wie früher hat. — Die Korrektion von $\gamma' O + \gamma'' O$ auf $c' O + c'' O$ ist also: $c' O - \gamma' O + c'' O - \gamma'' O =$

$$\begin{aligned} c' c'' - \gamma' \gamma'' = \Delta - \gamma' \gamma'' &= \Delta - (\gamma' \beta + \gamma'' \alpha) \cos \varphi \\ &= \Delta - (c' b' + c'' a'') \cos \varphi \\ &= \Delta - \Delta \cos \varphi. \end{aligned}$$

Thatsächlich ist ja auch hier Δ nicht bekannt, sondern nur $\gamma' \gamma''$, aber es wird für sehr kleine Werthe von φ einerlei sein, ob man Δ oder $\gamma' \gamma''$ setzt, also darf man auch wie im ersten Fall schreiben:

$$c' c'' = \Delta = \gamma' \gamma'' + \gamma' \gamma'' (1 - \cos \varphi).$$

Praktisch betrachtet misst man also im ersten Fall die Distanzen im Verhältniss von sec $\varphi : 1$ zu **gross** und im zweiten Fall die Distanzen im Verhältniss von $1 : \cos \varphi$ zu **klein**.

Dr. Gill hat in den *Astr. Nachr. No. 3132* ein Täfelchen für die Grösse der in Rede stehenden Korrektionen gegeben, indem er dieselben für bestimmte Werthe von Δ (Distanz der Sterne a und b) und von φ gegeben hat; dabei hat er den Werth von φ nicht durch seinen Winkelwerth, sondern durch die Längen der Strecken $\alpha O = \beta O$, ausgedrückt in Sekunden des grössten Kreises, fixirt. Ich reproduzire dieses Täfelchen hier, um eine Vorstellung von der betreffenden Korrektion zu geben, wobei ich aber bemerken will, dass man Distanzen unter 5 Bogenminuten nicht mehr auf die eben angegebenen Arten zu messen pflegt, sondern nach anderer gleich zu besprechender, und dass weiterhin Ausschläge der beiden Sterne gegeneinander von mehr als 10″ kaum mehr in Betracht zu ziehen sind. Die Werthe sind folgende:

Δ	$\frac{1}{2}\,\alpha\beta$			Bemerkungen.
	5″	10″	20″	
100″	0″,125	0″50	2″,00	Die Tafelwerthe sind im Falle I als negative und im Falle II als positive Korrektionen an die abgelesene Distanz anzubringen.
200	0,052	0,25	1,00	
500	0,025	0,10	0,40	
1000	0,012	0,05	0,20	
2000	0,006	0,025	0,10	
5000	0,002	0,01	0,04	
7000	0,002	0,007	0,03	

Ist die Distanz der beiden Sterne so klein, dass man entweder drei Bilder oder gar alle vier Bilder zugleich im Gesichtsfeld haben kann, so empfiehlt es sich, die Messungen in anderer Weise als oben angegeben zu machen. Kann man nur drei Bilder im Gesichtsfeld haben, oder ist das vierte Bild etwa durch Abblenden so schwach geworden, dass man es nicht mehr wahrnehmen kann, so pflegt man den drei Bildern die in den Diagrammen Fig. 7 und 8 gezeichneten Stellungen zu geben, d. h. man macht nach und nach die Winkel $a' \, b' \, a''$, $b' \, a'' \, b''$

Fig. 7.

Fig. 8.

durch Schätzung zu 90°, wobei die in den Diagrammen angedeuteten doppelten Stellungen von a'' zu b'' nach einander hergestellt werden durch Drehung im Positionswinkel. Die eingeklammerten Punkte (b'') bezw. (a') zeigen die Stellen der unsichtbaren Bilder an. — Betrachtet man den hier geschilderten Vorgang an der Hand der Figuren 2 und 3, so sieht man leicht, dass hier dieselbe Methode angewendet wird wie im ersten Fall, und dass man also auf diese Weise die Distanzen zu **gross** misst. Das eben geschilderte Verfahren hat aber einen Nachtheil, nämlich es lässt sich demselben ein gewisser Mangel an Symmetrie nicht absprechen, welcher in der einseitigen Schätzung des „Rechten Winkels“ begründet ist. Dieser letztere Uebelstand fällt auch nicht weg, wenn man mit Hilfe der

Lamellen die drei Sternbilder in Beziehung zu jenen in gleiche Stellungen bringt, da man dort auch von dem Winkel abhängig ist, den diese mit einander einschliessen. Bei Verwendung der Lamellen würde dann die Korrektion als positive auftreten.

Aus dem angeführten Grunde wird man diese Methoden nur im Nothfalle anwenden und wenn irgend möglich zu einer anderen übergehen, bei der es allerdings erforderlich ist, dass man alle vier Sternbilder zu gleicher Zeit im Gesichtsfeld hat. Die Anordnung, welche man dann den Messungen giebt, ist schon von Dr. Franz in *No. 2649 der Astronomischen Nachrichten* beschrieben und auch von Gill in der *No. 3132*. Der Vorgang dabei ist der folgende:

Denke man sich wieder den Zustand wie in Fig. 1, aber derart, dass man alle vier Bilder $a'\,a''$, $b'\,b''$ im Gesichtsfeld hat. Dreht man nun im Positionswinkel, so werden die vier Bilder die in Fig. 2 und 3 angedeuteten Stellungen einnehmen. Da man aber nun alle vier Bilder sieht, kann man danach streben, die Linien $a'\,b''$ und $b'\,a''$ immer senkrecht auf einander zu stellen. Diese Stellung wird sofort da sein, sobald nur vorher das Bild b' mit dem Bilde a'' genau zusammenfiel. Die Diagramme Fig. 2 und 9 werden dies ohne Weiteres veranschaulichen. Man stellt eben dann stets einen Rhombus her, dessen vier Seiten gleich den Distanzen der Sterne a und b sind und in welchem $c'\,b' = c'\,a' = c'\,O$ und $c''\,b'' = c''\,a'' = c''\,O$ ist. Da aber weiterhin $a'\,c' + c'\,b' = a''\,c'' + c''\,b'' = \Delta = c'\,c''$ ist, so hat man bei dieser Stellung der Bilder zu einander unmittelbar die richtige Distanz abgelesen. Es ist also bei dieser Methode die Messung der Distanz ganz unabhängig von dem Anschlage, d. h. von der Entfernung der Bilder b' und a'' von einander. Bei allen früheren Methoden musste man zur Ableitung der Korrektionen diesen Ausschlag auf irgend eine Weise (durch Ablesen des Positionskreises oder durch Schätzung) ermitteln. Die letzte Methode wird daher bei kleinen Distanzen, so lange es sich nicht um Sterne von sehr verschiedener Helligkeit handelt, vor allen anderen den Vorzug verdienen.

Fig. 9.

Wird die Distanz zwischen den Sternen kleiner als etwa 30 Bogensekunden, dann muss man zur Messung der „doppelten Distanz" übergehen. Zu diesem Zwecke schraubt man die beiden Objektivhälften, von Fig. 1 ausgehend, noch weiter auseinander und zwar so weit, dass die vier Bilder der beiden Sterne in eine gerade Linie zu liegen kommen, auf der sie drei gleiche Intervalle $a' - b'$; $b' - a''$; $a'' - b''$ abschneiden. Man sieht leicht ein, dass für diesen Fall die Zentren der beiden Objektivhälften c' und c'' um $2\,a'\,b'$ oder $2\,a''\,b''$ von einander abstehen müssen, vorausgesetzt, dass beim Zusammenschrauben der Objektivhälften die optischen Axen beider auch wirklich zusammenfallen, d. h. dass die sogenannte optische Koinzidenz wirklich vorhanden ist. (Dieser Zustand der Instrumente ist auch bei allen obigen Betrachtungen vorausgesetzt.) Sollte diese optische Koinzidenz nicht vorhanden sein, so muss die Grösse dieses Fehlers, der bei so kleinen Distanzen einen grossen Einfluss hat, irgendwie bestimmt und in Rechnung gebracht werden, etwa dadurch, dass man die beobachtete Distanz mit der Secante desjenigen Winkels multiplizirt, welchen man erhalten würde durch die halbe Differenz der Ablesungen des Positionskreises bei beiden Lagen der Objektivhälften.

In neuerer Zeit pflegt man bei Heliometermessungen sich sehr häufig eines Reversionsprismas vor dem Okular zu bedienen; man erlangt dadurch den Vortheil, dass man der Richtung der Bewegungen der Sterne beim „Durcheinanderpendeln“ immer eine bestimmte Stellung zur Verbindungslinie der Augen des Beobachters zu geben im Stande ist. Es ist nicht zu leugnen, dass durch Anwendung eines solchen Prismas konstante Fehler in der Schätzung der Richtung der Linie $\alpha\beta$ eliminirt werden können, zumal wenn man danach strebt, durch entsprechende Drehung des Prismas diese Linie immer senkrecht zur Verbindungslinie der Augen zu stellen. — Es ist aber auch ersichtlich, dass dieser Vortheil namentlich bei den Methoden 1, 3 u. 4 zum Ausdrucke gelangt, dagegen wohl weniger bei der zweiten Methode, da dort durch Drehung des Prismas nicht nur die Linie $\alpha\beta$, sondern auch die Lamellen *EF* und *GH* mitgedreht erscheinen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Einführung einheitlicher Gewinde für die Befestigungsschrauben der Feintechnik.

Am 5. und 6. Dezember v. J. tagte in München unter dem Vorsitz des Mitgliedes der Physik.-Techn. Reichsanstalt, Herrn Prof. Dr. Leman, die zweimal, zuerst wegen der Cholerageführ, dann wegen des Todes des Direktors Loewenherz verschobene Versammlung von Fachmännern behufs Aufstellung von Normen für die Befestigungsschrauben der Feintechnik. Die eingehenden Berathungen, an welchen Delegirte vieler Behörden, Vereine und hervorragender Firmen des In- und Auslandes sich betheiligten, führten zu unveränderter Annahme der Vorschläge der Reichsanstalt, wie sie im vorigen Jahrgange *dieser Zeitschr. S. 329* dargelegt worden sind. Ein eingehender Bericht über diese Verhandlungen dürfte demnächst veröffentlicht werden.

Referate.

Strahlung der atmosphärischen Luft.

Von C. C. Hutchins. *American Journal of Science. III. 43. S. 357. (1892.)*

Es ist bekannt, dass schon vor Jahren Tyndall sich eingehend mit experimentellen Studien über die Wärmestrahlung der Gase beschäftigt hat; anlehnend an diese früheren Untersuchungen und im Besitze der neueren, ungemein empfindlichen thermometrischen Hilfsmittel zur sichern Messung so geringer Wärmemengen, wie sie auf dem Wege der Strahlung von bewegten und erwärmten Luftmassen ausgehen, versuchte Herr Hutchins insbesondere absolute Daten über die Grösse der Wärmestrahlung atmosphärischer Luft festzustellen. Zu den Messungen wurde eine Thermosäule aus Wismuth, Antimon und Zinnlegirungen verwendet, die sich vortheilhaft vor der früher benutzten Eisen-Nickelkombination (*Proced. Americ. Acad. Vol. 24*) durch ihre Empfindlichkeit und Beständigkeit der Angaben auszeichnete. Die Dicke eines Wismuth-Antimonstreifens betrug ungefähr 0,03 *mm* bei 0,5 *mm* Breite und 5 *mm* Länge; vereinigt sind dieselben zu einem dünnen Kupferscheibchen geringster Masse von 1 bis 2 *mm* im Durchmesser. Der Widerstand des thermoelektrischen Kreises stellte sich bei dieser Kombination auf etwa 4 bis 5 *Ohm*.

In Anbetracht der eigenthümlichen Umstände, unter welchen bei Bestimmung der Strahlung atmosphärischer Luft operirt werden muss, schien es Verf. praktisch, wieder von der Tyndall'schen Methode auszugehen, bei welcher erwärmte und bewegte Luftmassen zur Verwendung gelangen. Dieselbe wurde jedoch im einzelnen verbessert, indem

die bewegte Luftsäule wärmer, aber von gleichem Druck wie die umgebende Atmosphäre war, und sich in stets bestimmten, messbaren Dimensionen hielt. Zu dem Ende wurde eine 3 *Fuss* lange Eisenröhre von $2^1/_2$ *Zoll* (engl.) Durchmesser unter einem Winkel von ungefähr 45° aufgestellt und durch einen oder mehrere Bunsenbrenner von unten erwärmt; die atmosphärische Luft trat unten durch ein grosses Loch in die Röhre ein und entwich, wenn letztere erwärmt war, in kräftigem Strom am obern Ende. Dünne, passend angebrachte Schirme verhinderten Luftströmungen auf der äussern Fläche der Röhre; ferner war die letztere so montirt, dass deren oberer Theil mittels Schnurlauf in vertikaler Ebene aus ihrer Stellung bewegt und nachher wieder in ihre frühere Position zurück gedreht werden konnte. Bei den folgenden Experimenten wurde nur gewöhnliche atmosphärische Luft benutzt; sie war weder gereinigt noch getrocknet, denn es würde dabei wenig gewonnen worden sein, da die Strahlung in hohem Grade abhängig ist von der Berührungsfläche zwischen der warmen und kalten Luft, in welcher mehr oder weniger immer eine Mischung stattfinden muss. Dieser Umstand ist hier besonders hervorzuheben, da der Wärmeverlust beim Kontakte der reinen, wärmeren und der kalten, ungereinigten Luft in mehrfacher Beziehung als ein weniger bestimmtes Problem bezeichnet werden muss als das der Strahlung gewöhnlicher Luft von homogener, wenn auch einigermaassen variabler und unbestimmter Komposition. Variationen in der Zusammensetzung verursachten stets starke und plötzliche Aenderungen in der atmosphärischen Strahlung; daher mussten die Beobachtungen möglichst rasch unter den günstigsten Bedingungen ausgeführt werden.

Bei Ausführung der Beobachtungen war die Thermosäule beständig auf einen grossen Leslie'schen Kupferwürfel gerichtet, welcher Wasser von Zimmertemperatur und ein in Zehntelgrade getheiltes Thermometer enthielt. Vom Galvanometer aus liess der Beobachter mittels des Schnurlaufs die Röhre in eine solche Stellung fallen, dass der warme Luftstrom in einer Entfernung von 3 *cm* vor der Oeffnung der Thermosäule vorüberstrich und eine Ablenkung des Galvanometermagneten bewirkte, worauf dann die Röhre sofort wieder in ihre frühere Stellung zurückgedreht wurde, so dass die warme Luft die Thermosäule nicht mehr bestrahlen konnte. Die Breite des Luftstromes füllte die Oeffnung der Thermosäule vollständig aus und liess zudem noch einen ziemlich breiten Rand übrig. Ist der Faktor des Apparates für die Reduktion auf absolutes Maass bestimmt, so ergab sich dann in einfacher Weise das absolute Strahlungsvermögen h der Luft, d. h. in Grammkalorien diejenige Wärmemenge, die pro Sekunde von einem Quadratzentimeter einer Luftsäule von 1 *cm* Dicke ausgestrahlt wird bei der Temperaturdifferenz von 1° C zwischen Luftsäule und Umgebung. — Derartige Messungen sind an acht Tagen ausgeführt worden; die Resultate jedes einzelnen Tages stimmten ganz befriedigend überein, aber unter denen der verschiedenen Tage herrschte wenig Uebereinstimmung. Insbesondere zeigte sich die Feuchtigkeit als von ganz erheblichem Einfluss auf das Strahlungsvermögen; dasselbe ergab sich auch für ganz geringe Beimengungen von trockener Kohlensäure oder Leuchtgas. So fand Verf. am 7. Dezember bei einer Temperatur von 120° der warmen Luft eine mittlere Ablenkung von 64 Skalentheilen; durch Beimischung einer geringen Menge reiner, trockener Kohlensäure stieg die Ablenkung auf 140 Skalentheile, und als noch ein kleiner Betrag Leuchtgas hinzutrat, erfolgte eine so grosse Ablenkung, dass sie auf der Skale nicht mehr gemessen werden konnte.

Im Mittel aus allen Beobachtungsreihen ergab sich für das absolute Strahlungsvermögen der Luft in Grammkalorien bei der Temperaturdifferenz $t - t'$ zwischen Luftsäule und Würfel die Beziehung:

$$h = 0{,}000001133 + 0{,}00000000711\ (t - t').$$

Spezielle Untersuchungen über den Einfluss der Dicke der strahlenden Schicht zeigten insbesondere, dass, wie schon betont, die atmosphärische Strahlung in hohem Maasse von der Oberfläche abhängt, in welcher die warme und die kalte Luft sich berühren und dies würde nach Hutchins nothwendig darauf hindeuten, dass ein erhitztes

Gas alle oder fast alle Strahlen absorbirt, die es selbst ausstrahlt und dass eine Strahlung nur dort stattfindet, wo ein Temperaturabfall innerhalb der Grenzen der Molekularwirkung existirt.

Aus den Versuchen mittels einer sehr reinen Quarzplatte betreffs des Verhaltens der atmosphärischen Strahlung gegenüber absorbirenden Medien liess sich der Schluss ziehen, dass die erhitzte Luft nur sehr langwellige Strahlen aussendet, da dieselben den Quarz in keiner irgend merklichen Weise zu durchdringen vermochten. *J. M.*

Apparat zum gleichförmigen Vermischen grösserer Mengen pulverförmiger Körper.

Von C. Mann. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **31.** *S. 410.*

Beim Vermischen grösserer Mengen (von mehreren Kilogrammen) fein vertheilter Substanzen ist man oft ungewiss, ob man der Mischung auch die gewünschte Gleichmässigkeit ertheilt hat. Um dies sicher zu erreichen, vertheilt Verfasser die gut zerkleinerte Substanz — vornehmlich Erzproben — auf zwei nebeneinander an eine Handhabe genietete Siebe, welche jedes in 1 *qcm* 400 Maschen haben. Unter diesen Sieben wird auf einer durch Kurbel oder Turbine drehbaren Scheibe eine flache Schale aus Blech ziemlich langsam herumbewegt; in dieser Schale überlagern sich die aus den Sieben herabfallenden Pulver in sehr dünnen spiralförmigen Schichten; wiederholt man die Operation mehrmals, so erzielt man in verhältnissmässig kurzer Zeit eine sehr vollkommene Mischung. *F.*

Apparat zum Zeichnen von Magnetisirungskurven.

Von Prof. J. A. Ewing. *Nature.* **46.** *S. 552. (1892.)*

Auf der diesjährigen Versammlung der *British Association* in Edinburg führte Ewing in einer sehr interessanten Vorlesung einen kürzlich von ihm konstruirten Apparat vor, der dazu dient, die magnetischen Eigenschaften eines stark magnetisirbaren Materials in kürzester Zeit auf graphischem Wege festzustellen, so dass es selbst möglich ist, die das magnetische Verhalten eines Körpers charakterisirende Magnetisirungskurve direkt zu photographiren.

Bringt man einen magnetisirbaren Körper, z. B. einen Eisenstab, in ein Solenoid und sendet durch das letztere einen von dem Werthe Null an bis zu einem gewissen Maximum wachsenden Strom, so lassen sich die zu beliebigen Werthen der magnetisirenden Stromstärke gehörigen Werthe der Magnetisirung nach verschiedenen Methoden ermitteln; sind erst zusammengehörige Werthe von Stromstärke und Magnetisirung in grösserer Zahl bekannt, so kann man die Magnetisirungskurve des Materials zeichnen. Lässt man dann die Stromstärke von dem Maximum an wieder abnehmen, so fallen bekanntlich die Kurven für ansteigende und abnehmende Magnetisirung nicht zusammen. Das Eisen (und ebenso die anderen ferromagnetischen Metalle) haben das Bestreben, in dem jeweilig vorhandenen magnetischen Zustand zu verharren, sie zeigen Hysteresis. Wenn die Stromstärke wieder den Werth Null erreicht hat, ist die Magnetisirung nicht Null, wie zu Beginn, sondern es bleibt ein grosser Theil (unter Umständen über 90 %) der erreichten maximalen Magnetisirung als remanente zurück. Wir können das magnetische Verhalten noch weiter verfolgen, indem wir jetzt die Stromrichtung umkehren, das Eisen also im entgegengesetzten Sinne magnetisiren; die Stärke des (negativen) Stromes möge wieder numerisch bis zu demselben Maximalwerth wie vorher anwachsen, dann bis zu Null abnehmen und von neuem in der ersten (positiven) Richtung bis zu dem Maximalwerth steigen. Trägt man die zusammengehörigen Werthe von Magnetisirung und Stromstärke vom ersten Maximum bis zum zweiten Maximum auf derselben Seite graphisch auf, so erhält man eine geschlossene Schleife, die sogenannte vollständige Magnetisirungskurve (Fig. 2 a. S. 28), welche nach dem wissenschaftlichen, auch in der Technik angenommenen Sprachgebrauch einen Magnetisirungszyklus darstellt. Der Flächeninhalt der Schleife giebt direkt ein Maass für die zum Ummagnetisiren des Eisens aufzuwendende Arbeit; dieselbe

setzt sich in Wärme um und ist somit für andere Zwecke verloren. Da namentlich in Wechselstromtransformatoren eine grosse Anzahl solcher Magnetisirungszyklen in der Sekunde durchlaufen werden, so ist eine genaue Bestimmung dieser Kurven gerade für die Elektrotechnik zur Zeit von sehr grosser Bedeutung. Wollte man die gewöhnlichen magnetischen Messmethoden benutzen, so würden hierzu umständliche Beobachtungen nöthig sein, welche überdies noch ein von magnetischen Störungen freies Laboratorium voraussetzen. In der letzten Zeit sind deshalb wiederholt Versuche gemacht worden, für die Technik brauchbare, rasch arbeitende Apparate zu konstruiren.

Der äusserst sinnreiche, automatische Apparat von Ewing ist in Fig. 1 schematisch dargestellt. Er vereinigt in sich ein dem Lippmann'schen im Prinzip ähnliches Galvanometer zur Messung der Stromstärke und ein Magnetometer besonderer Konstruktion (gewissermaassen eine Umkehrung des Galvanometers) zur Messung der Magnetisirung. Die Angaben beider werden auf einen einzigen Spiegel übertragen, dessen Azimuth sich proportional dem magnetisirenden Strome, während sich seine Neigung gegen die Vertikale proportional der Magnetisirung ändert. Ein von dem Spiegel reflektirter Lichtstrahl zeichnet also die Magnetisirungskurve auf einen Schirm oder auf eine photographische Platte, so dass die Kurve direkt photographirt werden kann. Der Beobachter hat somit dabei weiter nichts mehr zu thun, als mit Hilfe eines geeigneten Regulirwiderstandes die Stärke des magnetisirenden Stromes in den gewünschten Grenzen zu variiren. Die Dämpfung aller beweglichen Theile ist dabei so vollkommen, dass ein Magnetisirungszyklus in einem Bruchtheil einer Sekunde ausgeführt werden kann.

Fig. 1.

Im Einzelnen besteht das Galvanometer aus einer der Länge nach aufgeschnittenen, zylindrischen Eisenröhre C (Fig. 1), welche mittels einer parallel zu ihrer Axe gewickelten Spule magnetisirt wird, so dass die Kraftlinien den Schlitz senkrecht durchsetzen; in diesem ist ein Draht BB ausgespannt, durch welchen der magnetisirende Strom fliesst. Die mechanische Kraft, welche auf einen stromdurchflossenen Leiter in einem magnetischen Felde ausgeübt wird, ist der Feldstärke und der Stromintensität proportional. Da die Magnetisirung von C konstant gehalten wird, so schwingt der Draht BB in dem Schlitze hin und her und verändert das Azimuth des Spiegels E um Beträge, die der Stärke des magnetisirenden Stromes proportional sind.

Das Magnetometer hat die folgende Einrichtung. Der Draht AA, der in einem schmalen Schlitz zwischen den Polschuhen eines Magneten DD ausgespannt ist, wird von einem konstanten Strom durchflossen (während bei dem Galvanometer das Feld konstant war). Der Magnet besteht aus den beiden Stücken DD, welche aus dem zu untersuchenden Material gefertigt und am hinteren Ende (in der Figur rechts) durch ein Schlussjoch aus weichem Eisen verbunden sind. Die Stäbe werden von Magnetisirungsspulen umgeben, deren Strom, wie schon erwähnt, auch durch den Draht BB fliesst. Die Bewegungen des Drahtes AA und somit auch die Neigung des Spiegels gegen die Vertikale sind also der Magnetisirung der Stäbe proportional.

Der Apparat kann leicht so eingerichtet werden, dass man einen vollständigen Magnetisirungszyklus in 0,1 bis 0,05 Sekunde ausführen kann. Die von dem Lichtstrahl gezeichnete Kurve erscheint dann als ununterbrochen leuchtende Linie. Fig. 2 giebt ein Beispiel für eine mit dem Apparate auf photographischem Wege erhaltene vollständige Magnetisirungskurve. Man hat sich dabei die Axen vertikal und horizontal so gelegt zu denken, dass jede die Figur in zwei symmetrische Hälften theilt; als Abszissen wären dann die Werthe der Stromstärke, als Ordinaten diejenigen der Magnetisirung aufgetragen. Will man statt der massiven Stäbe Eisendrähte oder Eisenbleche untersuchen, so braucht man nur die Form der Polschuhe und des Schlussjoches etwas abzuändern.

Fig. 2.

Der Ewing'sche Apparat ist in Folge seiner sinnreichen Konstruktion nicht nur als Demonstrationsapparat ausgezeichnet verwendbar, sondern er gestattet auch Probleme von hervorragender technischer Wichtigkeit zu studiren, die nach andern Methoden bisher nicht in Angriff genommen werden konnten. *Lck.*

Neuer Apparat zur Messung der isentropischen und isothermischen Zusammendrückbarkeit von festen und flüssigen Körpern.

Von G. Guglielmo. *Atti d. R. Acc. dei Lincei. V. 1. S. 149. (1892.)*

Das vom Verfasser konstruirte Piezometer gestattet, die Volumverminderung durch Kompression unmittelbar abzulesen, ohne dass eine Korrektion hinsichtlich der Veränderung der Kapazität des Gefässes nöthig ist. Die beifolgende Figur erläutert den Apparat: Das zur Aufnahme der zu untersuchenden Flüssigkeit bestimmte gläserne Gefäss *A* ist von einem Mantel *B* umgeben, dessen oberer Rand mit dem nach oben führenden Ansatzrohr von *A* verschmolzen ist. Das letztere ist mit einem Dreiweghahn *a* versehen und kann durch diesen mit dem von *B* herkommenden Rohre *c* durch das Seitenrohr in Verbindung treten. An *c* ist durch ein Schliffstück ein Rohr angefügt, welches mit dem Zweiweghahn *b* versehen ist und schliesslich in eine horizontale Kapillare ausläuft. Man füllt *A* mit der zu untersuchenden Flüssigkeit, ebenso *B* und *c* bis etwa zur Marke *m*, und während die Hähne die in der Zeichnung angegebene Stellung haben, drückt man die Flüssigkeit in *A* von oben her zusammen; dabei erweitert sich *A* und die entsprechende Flüssigkeitsmenge wird durch *b* beseitigt. Nun dreht man *a* in die Stellung ⊕ und *b* so, dass der obere und untere Theil von *c* mit einander in Verbindung treten. Dadurch kommt die Flüssigkeit in *A* wieder unter Atmosphärendruck; sie dehnt sich aus, und in der Kapillare schiebt sich der Meniskus von *m* nach *m'* vor. Das Gefäss *A* zieht sich auf sein ursprüngliches Volumen zusammen; soviel von der Flüssigkeit aber dadurch aus *a* herausgepresst wird, soviel muss in den Zwischenraum zwischen *A* und *B* wieder eintreten, da sich dieser der Volumverminderung von *A* entsprechend vergrössert. Die an der Kapillare gemessene Volumzunahme ist daher unmittelbar gleich der Verminderung zu setzen, welche das Flüssigkeitsvolumen durch die Kom-

pression erfuhr, und bedarf nur noch einer kleinen Korrektion bezüglich der durch die Kompression der Glaswände selbst verursachten Fehlers. Dieser ist sehr gering, wenn jene nicht sehr stark sind, und da für den beschriebenen Apparat schon kleine Drucke in Anwendung kommen können, so brauchen seine Wände nur verhältnissmässig dünn zu sein; dafür genügt eine angenäherte Korrektion. Durch öfteres Wiederholen der Kompression bei geringen Drucksteigerungen kann man schliesslich eine Verschiebung mm' erzielen, welche genügend genau zu messen ist. Da die Drehung der Hähne nur sehr kurze Zeit in Anspruch nimmt, so sieht man, dass der Apparat die isentropische Zusammendrückbarkeit von Flüssigkeiten gestatten wird; es liegen jedoch noch keine Messungsergebnisse, welche mit ihm erzielt wurden, vor, so dass eine nähere Besprechung seiner Anwendbarkeit zweckmässig verschoben wird. *F.*

Apparat zur Untersuchung der inneren Struktur von Metallmassen.

Von Capitän de Place. *Compt. Rend.* ***115.*** *S. 582.* *(1892).*

Das Prinzip des (*Schisophon* genannten) Apparates besteht darin, dass auf die zu untersuchende Metallmasse regelmässige Stösse mit einem auf irgend eine Weise in hin- und hergehende Bewegung versetzten Metallbolzen ausgeübt werden. Der hierbei entstehende Klang wird mittels eines Mikrophons in elektrische Schwingungen umgesetzt. In demselben Stromkreis wie das Mikrophon mit der zugehörigen Batterie befindet sich die feste Spule eines Hughes'schen Sonometers. Parallel zu dieser lässt sich längs eines Maassstabes eine zweite Spule verschieben, welche mit einem Telephon verbunden ist. Die durch die feste Spule fliessenden variabeln Ströme des Mikrophonstromkreises induziren in der beweglichen Spule sekundäre Ströme; die Stärke der letzteren und somit auch die Tonstärke in dem Telephon hängt von der Intensität der Mikrophonströme und dem Abstand der beiden Spulen ab. Man lässt nun den Metallbolzen auf das zu untersuchende Metallstück, z. B. eine Welle, 1 bis 2 Mal in der Sekunde aufschlagen und stellt die bewegliche Spule so ein, dass im Telephon eben noch ein ganz schwacher Ton hörbar ist. Trifft der Bolzen im Laufe der Untersuchung immer auf homogenes Metall, so wird sich der Ton im Telephon nicht ändern. Sobald der Bolzen aber auf eine Stelle aufschlägt, unter welcher sich ein Gussfehler, ein Riss oder dgl. befindet, so wird man dies im Telephon sofort hören. Um durch das Geräusch, welches der Bolzen verursacht, nicht gestört zu werden, ist das Sonometer in einem andern Raume aufgestellt als die übrigen Theile des Apparates. In der Praxis soll sich die Einrichtung, welche, wie man sieht, die Nachbildung einer in der Medizin vielfach verwandten Methode ist, zur Untersuchung von Schienen, Wellen u. s. w. gut bewährt haben. *Lck.*

Zentrifugal-Emulsor.

Von M. Ekenberg. *Chem. Ztg.* ***16.*** *S. 988.*

Zwei Teller, welche mit ihren hohlen Seiten einander zugekehrt sind, sitzen an einer lothrechten Welle, durch welche sie 6000 bis 7000 Umdrehungen in der Minute machen können; die Entfernung ihrer Ränder lässt sich von 2 *mm* auf 0,05 *mm* nach Bedürfniss verringern. Der Apparat hat den Zweck, Flüssigkeitsgemische, z. B. von Oelen mit Wasch- oder Verseifungsflüssigkeiten, welche zwischen die rotirenden Teller gebracht werden, in sehr feine Emulsionen zu verwandeln; je enger der Raum zwischen den Tellerrändern ist, um so vollkommener wird dieser Zweck erreicht. Die erhaltene Emulsion wird in einem die Teller umfangenden Kasten aufgesammelt und von hier abgezogen. Der Apparat ist für technischen Grossbetrieb konstruirt. *F.*

Apparate zum Nachweis der Keilwirkung.

Von H. Hartl. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* ***5.*** *S. 282.* *(1892.)*

Diese Apparate gestatten, vor den Augen der Schüler die Druckkräfte zu messen, welche die beiden Seiten eines Keils auf die Widerstandsflächen ausüben. Die Druckkräfte werden bestimmt mittels zweier hölzerner Winkelhebel *h k* (Fig. 1), deren Schwerpunkte

in Folge der Gegengewichte g in den Drehaxen o und ω liegen. Jeder Hebelarm k trägt eine Rolle R und jeder Hebelarm h einen Stift, an den Gewichte Q (Scheibengewichte von je 50 g) angehängt werden. Der 100 g schwere hölzerne Versuchskeil K ist an den Seiten den Auskehlungen der Rollen entsprechend zugeschärft; er kann durch Gewichte p belastet werden, die an den an der Spitze des Keils sich befindenden Stift gehängt werden. Will man das Eigengewicht des Keils von der Betrachtung ausschliessen, so

Fig. 1.

Fig. 2.

befestigt man an das Häkchen m eine Schnur, führt sie über die von der verschiebbaren Stütze f getragene Rolle r und belastet sie an dem freien Ende mit 100 g. Dem Apparate sind drei gleichseitige Keile beigegeben, bei denen das Verhältniss des Rückens zur Seite gleich 3 : 10, 4 : 10 und 5 : 10 ist. Damit in der Gleichgewichtslage die Hebelarme k stets den Keilseiten parallel sind, ist die Axe ω des einen Winkelhebels an dem hölzernen Gestell G verschiebbar.

Der vierte dem Apparat beigegebene Keil bildet ein rechtwinkliges Dreieck mit den Seitenverhältnissen 3 : 4 : 5. Um das Auftreten eines den Keil drehenden Kräftepaares zu verhindern, muss der Versuch so angeordnet werden, dass alle auf den Keil wirkende Kräfte durch den Schwerpunkt s gehen (Fig. 2). Die Axe ω wird zu diesem Zwecke auf einem Holzklötzchen a befestigt, das auf das Gestell G aufgesetzt wird. Um die Keilgesetze auch unter Berücksichtigung der gleitenden Reibung nachweisen zu können, sind neben den Rollen auf die Hebelarme k zwei Holzklötzchen s aufgeleimt, deren Auskehlungen jenen der Rollen genau entsprechen. Der links von der Fig. 1 dargestellte Querschnitt lässt die Anordnung deutlich erkennen. Hängt man den Keil zwischen die beiden Holzklötzchen, so kann man auch Versuche anstellen über die Kraft, die den Keil am Herausspringen verhindert oder ihn unter Überwindung der Reibung eintreibt, oder auch über die Kraft, die einen durch Reibung festsitzenden Keil lockert.

Fig. 3.

Fig. 4.

Ein anderer, die Keilgesetze selbthätig nachweisender Apparat ist in der Fig. 3 u. 4 abgebildet. Die Rollen R werden von zwei Stahlfedern getragen, an deren gabelförmigen Enden die Zapfenlager für die Rollen aufgeschraubt sind (Fig. 4). Die Federn sind an

den Verstärkungen a der in der Grundplatte G befestigten lothrechten Ständer A festgeschraubt und zeigen mit den zugespitzten Zinken Z (Fig. 4) auf den empirischen Skalen S den auf sie ausgeübten Druck an.

Die Firma Max Kohl in Chemnitz liefert den in Fig. 1 u. 2 abgebildeten Apparat (ohne Gewichte) für 45 M. und den anderen Apparat für 36 M. Ein Satz von 25 Scheibengewichten kostet 25 M. *H. H.-M.*

Neue Glasgefässe für den chemischen Gebrauch.

Von E. Leybold's Nachf. *Chem. Repert.* (*Suppl. z. Chem.-Ztg.*) ***16.*** *S. 257.*

Veranlasst durch die Anregung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt hat die Firma E. Leybold's Nachfolger in Köln das Glas wieder hergestellt, dessen sich Stas bei seinen Atomgewichtsbestimmungen bediente. Nach den Untersuchungen der Reichsanstalt hat das Glas die angestrebte Zusammensetzung; vergleicht man das „Stas'sche Glas" in Bezug auf seine Widerstandsfähigkeit mit dem böhmischen Glase von Kavalier, so verhalten sich beide gegen Wasser von 20° wie 9 : 14, gegen solches von 80° aber wie 1 : 2. Es dürfte danach das Stas'sche Glas zur Zeit unter den kalkhaltigen Hohlgläsern für chemische Apparate hinsichtlich seiner Widerstandsfähigkeit gegen Wasser die erste Stelle einnehmen. *F.*

Benzinfeuerung für Verbrennungsöfen, Röhrenöfen, Muschelöfen und dergl.

Von Dr. R. Müncke. *Chem. Ztg.* ***16.*** *S. 1561. (1892.)*

Häufig ist der Chemiker nicht in der Lage, über eine Gasleitung zu verfügen, so z. B. in vielen Versuchsstationen auf dem Lande. In solchem Falle erscheint eine Benzinfeuerung als sehr erwünschtes Ersatzmittel für Gas. Ein für solche Zwecke geeigneter Brenner ist von der Firma Dr. Robert Müncke in Berlin konstruirt worden. Derselbe ist im Wesentlichen nach dem Prinzip des Bunsenbrenners eingerichtet und steht mittels einer durch Hahn abzuschliessenden Zuleitungsröhre mit dem Benzinbehälter in Verbindung. Am Brenner selbst befindet sich ein sogenannter Ventilhahn, der durch eine Stopfbuchse gedichtet und dessen Griff mit Holz belegt ist. Durch diesen Hahn kann die Hitze der Flamme beliebig regulirt werden. Um den Brenner in Betrieb zu setzen, verbrennt man, während der Hahn geschlossen bleibt, in einem am Grunde des Brenners angebrachten Schälchen etwas Spiritus; hat man so den Brenner erwärmt, so wird das durch den Hahn eintretende Benzin sofort vergast und es brennt mit blauer Flamme, welche eine stärkere Hitze giebt als der gewöhnliche Gasbrenner. Der Brennerkopf kann nach dem jeweiligen Zwecke mit verschieden geformten Aufsätzen versehen werden. Der beschriebene Brenner ist ganz gefahrlos. Durch geeignete Vereinigung von mehreren solcher Brenner kann die Heizung von Muschelöfen und ähnlichen Oefen, besonders auch von Verbrennungsöfen bewirkt werden. Der letztere Umstand dürfte von manchem Chemiker mit Freude begrüsst werden, der bisher noch aus Mangel an Gas mit der althergebrachten Kohlenpfanne seine Verbrennungen machen musste. *F.*

Schwefelwasserstoff-Apparat mit mehreren Hähnen.

Von Hjalmar Löndahl. *Chem. Ztg.* ***16.*** *S. 1690. (1892.)*

Um von einem Entwickelungsapparat für Schwefelwasserstoff gleichzeitig durch mehrere Hähne das Gas nach verschiedenen Verwendungsstellen zu führen, hat sich folgende Vorrichtung als zweckmässig bewährt: Ein grosser Säureballon wird oben durch einen Korken verschlossen; durch letzteren treten eine beliebige Anzahl mit Hähnen versehener Ableitungsröhren sowie das Gaszuleitungsrohr. Dasselbe mündet ein wenig unterhalb der Oberfläche einer den Boden des Ballons mehrere Centimeter hoch bedeckenden Wasserschicht und führt zum Entwickelungsapparat des Gases. Derselbe ist ein Ripp'scher Apparat, welcher für den vorliegenden Fall nur zwei Kugeln zu besitzen braucht. Man hat, geeigneten Falls durch ein Aufsatzrohr, nur Sorge zu tragen, dass in ihm eine genügend hohe Flüssigkeitssäule den für den ganzen Apparat nöthigen Druck liefert. *F.*

Apparat zum Auswaschen von Niederschlägen.

Von M. Forbes. *Chem. News. 66. S. 55. (1892).*

Der Trichter, in welchem das Filter mit dem Niederschlag sich befindet, ist auf einer Saugflasche angebracht; er ist oben durch eine Bleiplatte verschlossen, durch welche ein Glasrohr hindurchgeht; Trichter und Rohr sind an die Bleiplatte mittels Kautschukdichtungen angeschlossen. Das Ende des Rohres über dem Niederschlage ist zu einer Kugel ausgeblasen, welche feine Löcher besitzt; durch diese fällt die Waschflüssigkeit in feinem Regen auf den Niederschlag. Das andere Ende des Rohres ist nach unten gebogen und taucht in das mit der Waschflüssigkeit gefüllte Gefäss ein; durch die Saugvorrichtung wird jene im Rohre emporgehoben. *F.*

Apparat für Wechsel- und Drehströme.

Von W. Weiler. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. 5. S. 189. (1892).*

Das Neue an dem Apparat ist der Zweiphasenstromerzeuger. Er besteht aus zwei von einander isolirten Stromwechslern, die auf derselben Axe sitzen. Von den Kupfer-(Messing-) Röhren a und a' ist etwa 2 *cm* vom linken Rand entfernt etwas über die Hälfte weggenommen und in den leer gewordenen Raum sind die von den Röhren weggenommenen Hälften b und b' so dagegen geschoben, dass keine Berührung stattfindet. Eigenthümlich und wesentlich an dem in Fig. 1 abgebildeten Stromwechsler ist, dass die beiden Schlitze zwischen den Kupferlappen um 90° gegen einander verschoben sind. Am Rande von a, a' und b, b' schleifen die den Strom zuführenden Federn 1, 5 und 2, 6 (Fig. 2) und durch die Klemmen der Federn 3, 7 und 4, 8 (4, 8 steht 3, 7 gegenüber auf der Rückseite) wird der Strom abgeleitet. Die Klemmen 1 und 2 werden mit den Polen eines galvanischen Elements und die Klemmen 5 und 6 mit denen eines zweiten Elements verbunden. Die Klemmen 3 und 4 stehen mit der einen und die Klemmen 7 und 8 mit der anderen Spule eines Ferraris'schen Motors (*Elektrotechn. Zeitschr. 1888 S. 568 und 1891 S. 537*) in leitender Verbindung. Dreht man die Kurbel des Doppelstromwechslers, so beginnt der Motor zu laufen.

Fig. 1.

Fig. 2.

Der Ferraris'sche Motor (Fig. 3) besteht aus zwei rechtwinklig gekreuzten Kupferrahmen, in deren Nuten der isolirte Kupferdraht in mehrfachen Windungen liegt. Innerhalb der inneren Spule ist zwischen Spitzen und Achathütchen ein Zylinder (Anker) drehbar. Er ist senkrecht zu seinen Mantelgeraden mit mehreren Lagen Eisendraht umwickelt; längs der Mantelgeraden ist seidenumsponnener Kupferdraht in zwei gekreuzten Lagen ohne Unterbrechung gewickelt und kurz geschlossen, d. h. Anfang und Ende des Drahtes sind mit einander verlöthet. Der innere Rahmen ist herausziehbar, so dass man statt des Zylinders eine Magnetnadel u. s. w. einsetzen kann und zwar mittels der unteren Schraube, die so stark angezogen wird, dass Nadel oder Anker ohne Spannung, aber auch ohne Schwankungen leicht sich drehen.

Fig. 3.

Die Ausführung der beschriebenen Apparate hat Herr Mechaniker F. Ernecke in Berlin übernommen. Er liefert den Doppelstromwechsler nebst Ferraris'schem Motor für 140 M. Auch ein Unterrichtsmodell des Tesla'schen Ringes wird von dem Genannten angefertigt. *H. H.-M.*

Ein neuer Verbrennungsofen.

Von F. Fuchs. *Chem. Ber.* **25.** *S. 2723.* (*1892*); *Chem.-Ztg.* **16.** *S. 1429.*

Der neue Verbrennungsofen ist in der Absicht gebaut, die Vorzüge der Oefen von Erlenmeyer oder von Babo mit denen des Glaser'schen Ofens möglichst zu vereinigen. Die eiserne Rinne der ersteren Konstruktion ist beibehalten; in ausgeschnittener oder nicht unterbrochener Form giebt sie dem Rohr eine sichere Lage; dadurch, dass die Eisenkerne, welche Glaser anwandte, vertikal um eine Schiene drehbar gemacht sind, ist vermieden, dass beim Ein- oder Auslegen der Kerne das Rohr Erschütterungen erleidet. Zu erwähnen ist ferner, dass die Kacheln am Ofen so eingerichtet sind, dass sie auch unten um das Rohr herumgreifen; dadurch wird eine sehr erhebliche Ersparniss an Gas erzielt. *F.*

Neu erschienene Bücher.

Die Einrichtung elektrischer Beleuchtungsanlagen für Gleichstrombetrieb. Von Dr. Carl Heim, Dozent an der Technischen Hochschule zu Hannover. XV u. 503. Leipzig. Verlag von O. Leiner. M. 8,00.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, dasjenige Gebiet der Elektrotechnik, welches die längste Entwicklung aufzuweisen hat, in einem weiteren Kreisen verständlichen Buch zusammenfassend darzustellen, nämlich die Einrichtung von Einzelanlagen und sog. Blockstationen für elektrische Beleuchtung.

Ueber das in einem gegebenen Fall für eine grosse Zentralanlage zu verwendende System gehen bekanntlich die Ansichten der Fachmänner noch weit auseinander, namentlich seitdem neuerdings die Wechselstromtechnik in so hervorragender Weise ausgebildet worden ist. Um etwas Abgeschlossenes zu bieten, hat es der Verfasser deshalb vermieden, die Darstellung auch auf diese Theile der Elektrotechnik auszudehnen.

Nach einer kurzen Einleitung über die Grundbegriffe handelt der erste Abschnitt von den zur Erzeugung des Stromes dienenden Dynamomaschinen. Ueber die von den deutschen Fabriken verfertigten Typen geben ausführliche Tabellen Auskunft, welche den Prospekten der Firmen entnommen sind. Von den meisten Maschinen werden Ansichten und Schnitte mitgetheilt, wie sich das Werk überhaupt durch eine grosse Anzahl von Abbildungen (über 300) auszeichnet. Im Anschluss hieran folgen allgemeine Mittheilungen und Tabellen über die Betriebsmaschinen, die hier hauptsächlich in Frage kommen, (Gasmotoren, kleine und mittlere Dampfmaschinen). Gerade für kleinere Anlagen empfiehlt sich die Aufspeicherung der elektrischen Energie in Akkumulatoren als Reserve bei Betriebsunfällen und zur Entlastung der Maschinen. An zweiter Stelle werden also die Wirkungsweise der Akkumulatoren, die bisher praktisch erprobten Konstruktionen (mit Tabellen) und ihr Betrieb besprochen. Der dritte Abschnitt handelt von den Apparaten, in welchen die elektrische Energie in Licht umgesetzt wird, Bogenlampen und Glühlampen. Hier wird zunächst die Wirkungsweise der Bogenlampen allgemein erörtert und dann wird auf die mechanische Konstruktion der in Deutschland vorzugsweise benutzten Lampen eingegangen; eine analoge Anordnung wurde für die Glühlampen befolgt. Ein weiterer ausführlicher Abschnitt ist den verschiedenen Vertheilungssystemen, der Berechnung und Konstruktion der Leitungen und ihrer Verlegung gewidmet. Hilfsapparate, sowie die für den vorliegenden Zweck nothwendigen Messinstrumente und Messungen, der normale Betrieb, die Betriebsstörungen und ihre Beseitigung bilden den

Inhalt der nächsten Kapitel. Die besonderen Verhältnisse der an Zentralen angeschlossenen Anlagen sind durch kurze Besprechung des in Deutschland fast durchgängig verwandten Elektrizitätszählers von Aron berücksichtigt. Der letzte Abschnitt handelt über die Projektirung von Anlagen und Kostenanschläge; letztere sind durch einige Beispiele erläutert.

Man sieht aus dem Vorstehenden, ein wie reicher Inhalt auf verhältnissmässig engen Raum zusammengedrängt ist. Die Gruppirung des Stoffes ist eine sehr geschickte, und bei der Behandlung ist der Zweck des Buches, weiteren Kreisen möglichst viele praktische Winke zu geben, stets maassgebend gewesen. Das Buch wird daher nicht nur Fachmännern, diesen namentlich wegen der zahlreichen Tabellen, sondern vornehmlich Ingenieuren und Architekten, überhaupt Allen, welche sich über elektrische Beleuchtung mittels Gleichstrom zu informiren wünschen, von grossem Nutzen sein. *Lck.*

Eine astronomische Instrumentenkunde. (Voranzeige.)

Unser Mitarbeiter, Herr Dr. L. Ambronn, Observator an der Sternwarte in Göttingen, und die Verlagsbuchhandlung von Julius Springer in Berlin beabsichtigen die Herausgabe einer astronomischen Instrumentenkunde, in welcher der gegenwärtige Stand der Konstruktion der astronomischen Instrumente im Allgemeinen, sowie ihrer einzelnen Theile im Besondern eine zusammenfassende Darstellung finden soll. Die Anordnung des beabsichtigten Werkes ist in folgender Weise gedacht:

1. Erläuterung der allgemeinen Prinzipien der astronomischen (geodätischen) Instrumente. 2. Konstruktion und Benutzung einzelner Instrumententheile und Hilfsapparate (Niveau, Axen, Kreise, Nonien, Ablesemikroskope, Horizonte, Mikrometer u. s. w.). Ferner die optischen Theile der Instrumente (dioptrische und katoptrische). 3. Die kleinen transportablen Instrumente: a) Spiegelinstrumente oder aus freier Hand zu gebrauchende Instrumente. b) Universal- und Passageninstrument. c) Aequatoreale. 4. Instrumente mit fester Aufstellung: a) Solche, deren Konstruktion auf dem System des Horizontes beruht. b) Parallaktisch montirte Instrumente. (Auf dem System des Aequators.) Anhang: Instrumente, welche nach anderen Prinzipien gebaut sind, und kurze historische Skizze mit erläuternden Abbildungen. 5. Aufstellung und Fundirung der Instrumente. 6. Die Aufstellungsräume, deren Konstruktion u. s. w. (Meridiansäule und Kuppelbauten.)

Der Herausgeber rechnet auf die thätige Beihilfe aller derer, welche astronomische und astronomisch-geodätische Instrumente herstellen, sowie auf die Mitwirkung der Astronomen selbst, da nur auf diese Weise eine gewisse Vollständigkeit und die Möglichkeit erzielt werden kann, die einzelnen Instrumentgattungen in ihren besten und mustergiltigsten Exemplaren dem Leser in Bild und Wort vorzuführen. Der Herausgeber bittet daher um Einsendung von Photographien, technischen Zeichnungen und erläuternden Besprechungen, sowohl von ganzen Instrumenten als von einzelnen Theilen derselben. Wir erlauben uns, dies Ersuchen des Herausgebers unseren Lesern auf's Wärmste zu empfehlen.

F. Reuleaux. Die sogenannte Thomas'sche Rechenmaschine. 2. Aufl. VIII u. 60 S. m. 1 Tafel. Leipzig. A. Felix. M. 2,00.

C. Barus. Die physikalische Behandlung und die Messung hoher Temperaturen. VII u. 92 S. m. 2 Tafeln u. 30 Holzschnitten. M. 3,00.

H. Fourtier. *La pratique des projections, Etude méthodique des appareils; les accessoires. Vol. I. Les appareils. Paris. VI et 146 p. avec 66 fig.* M. 2,50.

L. Graetz. Die Elektrizität und ihre Anwendungen. 4. Aufl. Stuttgart. XII u. 473 S. m. 362 Fig. M. 7,00.

Beobachtungsergebnisse der K. Sternwarte zu Berlin. 6. Heft. Ueber ein neues mikrometrisches Beobachtungsverfahren mit doppeltbrechenden Prismen nach den von Dr. V. Wellmann unter Mitwirkung von Dr. M. Brendel und Professor Dr.

V. Knorre gemachten Vorschlägen und über die Bearbeitung der nach demselben angestellten Beobachtungen. Von Prof. V. Knorre. 79 S. m. Fig. Berlin, F. Dümmler's Verlag. M. 4,00.

J. A. Ewing. Magnetische Induktion in Eisen und verwandten Metallen. Deutsche Ausgabe von Dr. L. Holborn und Dr. St. Lindeck. XIII u. 338 S. m. 163 Fig. Berlin, Julius Springer. M. 8,00.

C. Grawinkel und K. Strecker. Hilfsbuch f. d. Elektrotechnik. 3. Aufl. X u. 642 S. m. Fig. Berlin, Julius Springer. M. 12,00.

K. Dyck. Katalog mathematischer und mathematisch-physikalischer Modelle, Instrumente und Apparate. 425 S. m. zahlreichen Figuren. München. (Zu beziehen direkt durch Prof. Dr. Dyck, München, Hildegardstr. $1^1/_2$. M. 9,50. Für die Mitglieder der deutschen Mathematiker-Vereinigung, die Mitarbeiter am Katalog und die für Nürnberg angemeldeten Aussteller ermässigt sich der Preis auf M. 5,50.

J. Violle. Lehrbuch der Physik. Deutsche Ausgabe von E. Gumlich, L. Holborn, W. Jaeger, D. Kreichgauer und St. Lindeck. I. Theil. 2. Band. Berlin, Julius Springer. M. 10,00. Geb. M. 11,20.

O. Gruner. Die Blitzableiter nach ihrer Anordnung und praktischen Ausführung. Leipzig. M. 1,20.

A. Wilke. Die Elektrizität, ihre Erzeugung und Anordnung in Industrie und Gewerbe. Leipzig. M. 8.

M. Lewy. Beiträge zur Verwendung des Differentialgalvanometers. Giessen. M. 1,80.

A. Miethe. Photographische Optik ohne mathematische Entwicklungen. Berlin. M. 5,00.

S. P. Thompson. Die dynamoelektrischen Maschinen. Uebersetzt von C. Grawinkel. 4. Aufl. (In 12 Heften.) Halle. Jedes Heft M. 2,00.

Vereins- und Personennachrichten.

Werner von Siemens †. — Der Heimgang Werner von Siemens' hat auch die Leser unserer Zeitschrift mit Trauer erfüllt. Wie er in wissenschaftlich-technischer Beziehung, auf dem Gebiete der elektrischen Messgeräthe, die Präzisionstechnik in mannigfacher Weise förderte, so lag ihm auch die wirthschaftliche Hebung der Feinmechanik warm am Herzen; war er es ja doch auch, der durch eine grossherzige Spende den Grundstock zur Fraunhofer-Stiftung legte. Dem berühmten Techniker, dem Freunde seiner Arbeiter werden Mit- und Nachwelt ein dankbares Andenken bewahren.

Patentschau.

Eine Einrichtung an Wassermessern zur Verringerung der Rotationsgeschwindigkeit des Flügelrades Von L. Valentin in Frankfurt a. M. Vom 1. August 1891. No. 69095. Kl. 42.

Geringere Wassermengen nehmen ihren Weg durch Oeffnungen der Kammer *C* allein, während grössere Wassermengen den doppelten Weg nehmen, indem sie einerseits das Ventil *f* heben und andererseits durch die Einströmungen der Kammer *C* gegen das Flügelrad *e* fliessen. Dieses ist auf seiner obenliegenden Stirnseite mit einer Scheibe *k* versehen, gegen deren Flügelansätze *l* das Wasser durch die Oeffnung *m* strömt, wodurch die Tourenzahl des Flügelrades verringert wird. Eine Regulirung der hemmenden Wirkung des bei *m* einströmenden Wassers kann durch entsprechende Verschiebung des Schiebers *n* bewirkt werden.

3*

Uhr mit Aneroidbarometer. Von A. Th. Hüe in Paris. Vom 4. November 1891. No. 63878. Kl. 42.

Ein Uhrwerk und ein Aneroidbarometer werden so von einem gemeinsamen Gehäuse umschlossen, dass die Zeigeraxe des Barometers durch die hohle Axe des Minutenzeigers geht. Auf dem Zifferblatte kann dann sowohl die Zeit als auch der Luftdruck abgelesen werden. Eine verschiebbare Skale gestattet gleichzeitig die Höhenlage des betreffenden Beobachtungsortes abzulesen.

Vorrichtung zum Messen von Winkeln und Entfernungen. Von J. P. Campbell in Auckland, Neu-Seeland. Vom 7. Mai 1891. No. 63595. Kl. 42.

Das Patent betrifft einen sogenannten Okularfaden-Distanzmesser. Der bewegliche Faden steht mit einem Hebel in Verbindung, der durch einen Schieber bewegt wird, dessen feste Bahn mit dem Hebel einen spitzen Winkel einschliesst. Bei der Einstellung gleitet der Schieber am Hebel entlang und hebt ihn oder lässt ihn sinken. Auf dem Hebel ist ein Maassstab angebracht, an welchem ein Zeiger des Schiebers den Abstand der Fäden anzeigt. Behufs Richtens von Geschützen kann der fragliche Hebel der Elevation entsprechend gekrümmt sein.

Apparat zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Gasen. Von H. Precht in Neu Stassfurt. Vom 21. Januar 1892. No. 64529. Kl. 42.

Der Hohlraum der Kugel *a* kommunizirt durch Rohr *b* und Oeffnung *o* mit der äusseren Luft, wodurch Druck- und Temperaturschwankungen der letzteren ohne Einfluss auf die Bestimmung des spezifischen Gewichtes sind. Das Rohr *b* ist wie ein Waagebalken bei *w* unterstützt, während die Kugel *a* von einer grösseren Kugel *A* umgeben ist, durch welche das zu untersuchende Gas streicht. Eine luftdichte elastische Hülle *g* umgiebt das Rohr *b* und verschliesst die seitliche Oeffnung der Kugel *A*. An der Skale *S* werden die betreffenden spezifischen Gewichte abgelesen.

Stromanschlusswerk für elektrische Wasserstands- und Hubanzeiger. Von G. Asmussen in Altona. Vom 26. August 1891. No. 62976. Kl. 42.

Wird die Welle *a* (Fig. 1) durch das Kettenrad *b* nach rechts gedreht, so wird zunächst der an dem Ring *c* angebrachte Stift c^1 (Fig. 2) sich in der Nut b^1 der Scheibe *d* von *x* nach *y* drehen, ohne dass die durch das Gewicht *e* oder eine Feder *r* (Fig. 3) gehaltene Scheibe an der Drehung theilnimmt. Bei einer weiteren Drehung von *a* wird die Scheibe *d* von dem Stift c^1 mitgenommen und die isolirte Seite der schrägen Rippe *g* berührt das Stromschlussstück k^1. Diese Stromschlussstücke k^1 und *k* sind, am Zapfen *h* pendelnd, lothrecht über der Scheibe *d* angebracht; sie sind von einander isolirt, und es ist je ein Leitungsdraht l^1 und l^2 an sie angeschlossen. Die Federn *i* halten die Stromschlussstücke in ihrer Mittelstellung. Sobald nun bei einer weiteren Drehung in demselben Sinne der Schwerpunkt des Gewichtes *e* über die Mittellinie hinaus nach rechts gelangt, wird durch das Gewicht die Scheibe an der Welle *a* gedreht, bis sie wieder die in Fig. 1 gezeichnete Stellung erlangt hat. Es macht dies eine halbe Umdrehung aus. Während des ersten Abschnittes dieser durch das Gewicht oder die Feder bewirkten Drehung streift die Seite der Rippe *g* das Stromschlussstück k^1, und es wird während dieser Zeit der Stromkreis ll^1 geschlossen, da die Scheibe *d* mit der Leitung *l* dauernd verbunden ist. Findet durch das Wellenrad eine Drehung in entgegengesetzter Richtung statt, also nach links, so gleitet in derselben Weise zuerst die isolirte Seite der Rippe *f* an *k* vorbei, alsdann beim Niederfallen der Scheibe die blanke Seite dieser Rippe. Hierdurch wird der andre Stromkreis ll^2 geschlossen.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Feilenheft. Von M. Wächtler in Chemnitz. Vom 2. August 1891. No. 63694. Kl. 87.

In dem Feilenheft drängt zur Vermeidung des selbthätigen Lösens des Werkzeuges eine durch Stift *f* festgelegte Federzange *b* die Nasen *c* ihres Maules in Kerben *e* der Feilenangel *d*. Durch Anordnung mehrerer solcher Kerben übereinander bleibt auch im Fall der Aufweitung des Feilenheftes mittels Nachdrückens der Feile die feste Einklemmung zwischen Feile, Zange und Heft gesichert.

Verfahren zur Verbindung schwachwandiger Röhren. Von G. Osten in Berlin. Vom 19. August 1891. No. 64097. Kl. 47.

Das Verfahren besteht in der Aufbörtelung der Rohrenden *a*, welche zusammengestossen einen vorstehenden Rand bilden, in Verbindung mit einer Bleimuffe *b*, welche über den aus den aufgebörtelten Rohrenden gebildeten Rand geschoben und durch äusseren Druck soweit zusammengepresst wird, dass sie die Rohrenden dicht umgiebt.

Ausschalter für elektrische Starkströme. Von W. Bingham Cleveland in Cleveland. Vom 28. Oktober 1891. No. 63782. Kl. 21.

Beim Ausschalten wird der zwischen den Stromschlussstücken Hülse *C* und Stange *E* sich bildende Lichtbogen dadurch ausgelöscht, dass ein im Ausschaltergehäuse eingeschlossener, körner- oder pulverförmiger, unschmelzbarer und unverbrennlicher Isolirstoff im Augenblick des Ausschaltens zwischen die Stromschlussstücke tritt und eines derselben (wie in der Figur) oder beide bedeckt. Nach diesem Grundgedanken können Ausschalter in der verschiedensten Weise ausgeführt werden.

Scheiben-Wassermesser. Von Thomson Meter Compagnie in Neuwark, V. St. A. Vom 20. Mai 1891. No. 63928. Kl. 42.

Das Scheibengehäuse, welches vollständig von dem Aussengehäuse eingeschlossen ist, wird hier in vollständigem Gleichgewicht unter Einwirkung des Wasserdruckes gehalten. Ferner ist der Auslasskanal *a* des Scheibengehäuses derart angeordnet, dass ein nach unten gerichteter Wasserausfluss stattfindet, um Fremdkörper schnell abzuführen.

Dichtigkeitsmesser für Flüssigkeiten. Von H. Vollquartz in Heilbronn. Vom 25. Juni 1891. No. 64514. Kl. 42.

Der Apparat besteht aus den Schwimmern S^1 und S^2, von welchen der eine S^2 stets auf der zu untersuchenden Flüssigkeit schwimmt, während der andere mehr oder weniger tief innerhalb derselben schwebt, wie dies die Figur, links im Längsschnitt, rechts in Ansicht zeigt. Eine am Oberflächenschwimmer S^2 angebrachte Zahnstange T^2 versetzt beim Sinken oder Steigen des Flüssigkeitsniveaus die hohle, mit Zahnrad R^2 versehene Welle W^2 in Drehung, wodurch die mit dieser Welle verbundene Skale *K* ebenfalls gedreht wird. In gleicher Weise wird der Zeiger *z* durch Zahnstange T^1, Zahnrad R^1 und Welle W^1 bethätigt. Die Skale wird empirisch eingetheilt. Die Ablesungen der spezifischen Gewichte erfolgen daher, ganz gleichgiltig wie hoch der Stand der betreffenden Flüssigkeit ist, immer nur an derselben Stelle, d. h. auf der rotirenden Skale vermittels des auf derselben spielenden Zeigers.

Schraubensicherung mit einer in eine Vertiefung des Bolzens einzudrückenden Gegenmutter. Von H. Löhnert in Bromberg. Vom 21. November 1891. No. 63753. Kl. 47.

Auf den Schraubenbolzen wird ein als Gegenmutter wirkender Ring *a* aus weichem, zähen Material aufgeschraubt, welcher mit seiner Wandung in eine im Schraubenbolzen vorgesehene Längsnut *b* eingedrückt wird.

Federnde Stützung waagerechter schwingender Körper. Von S. S. Recsei in Ratibor. Vom 17. Januar 1892. No. 63919. Kl. 47.

Der Körper ist in der Weise gelagert, dass er entweder an Kugelgelenkstangen *S* aufgehängt, oder auf solche gestützt wird, so dass die Stangenmittellinien Kreiskegelflächen beschreiben; mit den Stangen sind Federn *F* verbunden, welche die Stangen senkrecht auf die Schwingungsebene des zu stützenden Körpers zu stellen suchen. Die Spannung der Federn kann während des Betriebes mittels Stellschrauben geändert werden, ohne dass sich die ändernde Spannkraft auf den Abstand der Kugellager ändernd einwirken könnte.

Gelenkanordnung bei Werkzeugen, Instrumenten und künstlichen Gliedmaassen. Von Fr. Dröll in Mannheim. Vom 12. April 1891. No. 63954. Kl. 47.

An Werkzeugen und dergleichen wird ein Gelenk in der Weise angeordnet, dass in jedem der beiden Gelenktheile ein Zapfen oder in einem derselben zwei Zapfen befestigt sind, welche sich in geraden oder kreisförmigen Nuten des andern Gelenktheiles derart führen, dass beim Oeffnen des Gelenkes die bewegten Theile vom Gelenk fort und beim Schliessen auf dasselbe hinbewegt werden. Die beiden Blätter *a* und *b* der Schienen, wie sie bei künstlichen Gliedmaassen zur Verwendung kommen, sind derart miteinander verbunden, dass ein Stift *c* des Blattes *a* sich in einer Nut des Blattes *b* und ein Stift *d* des Blattes *b* sich in einer Nut des Blattes *a* bewegen kann.

Beim Drehen der beiden Blätter gegeneinander beschreibt irgend ein anderer Punkt des Blattes *a*, z. B. der Punkt *c*, eine Kurve höheren Grades. Hier ist dieser Punkt durch einen Stift und die Kurve durch eine Nut veranschaulicht.

Löthlampe. Von E. Heinrich in Bockenheim. Vom 29. September 1891. No. 63778. Kl. 49.

Durch Anbringung der Düse f auf dem auf dem Dochtrohr *c* drehbaren Kragen *e* kann die Lage des blasenden Mundes oder des Blasebalges beliebig zur Flamme verändert werden.

Empfänger für Fernsprechanlagen. Von S. L. Wiegand in Philadelphia. Vom 17. September 1891. No. 64261. Kl. 21.

Die Erfindung bezieht sich auf solche Fernsprecher, deren Magnetkern mit der Schallplatte fest verbunden ist, bei denen also die Schwingungen der Schallplatte durch die Längenänderungen des Kernes hervorgerufen werden, die unter dem Einflusse der den Kern umkreisenden elektrischen Ströme stattfinden. Die Wirkungsweise derartiger Fernsprecher soll eine bessere sein, wenn die Schallplatte an zwei gegenüberliegenden Stellen mit dem entgegengesetzten Ende des Kernes durch ein magnetisches Band *a* verbunden ist, welches gewissermaassen den magnetischen Kreis schliesst. Die Längenänderungen des Kernes sollen ferner beträchtlicher sein, wenn der Kern aus einzelnen, mit einander verbundenen Plattenpaaren, oder auch aus hohlen und vollen Kernen mit senkrecht zur Axe gerichteten Einschnitten gebildet ist, in der aus den Figuren ersichtlichen Weise.

Für die Werkstatt.

Mittheilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

1. Schwarzgraue Beize. In *dieser Zeitschrift 1882 S. 40* hat Herr E. Sprenger in Berlin die Zusammensetzung einer schwarzgrauen Beize angegeben; dieselbe besteht aus: 1000 *g* Salzsäure (rohe), 200 *g* Arsenik (arsenige Säure), 140 *g* Antimonchlorid, 140 *g* fein gestossener Hammerschlag. Bei den mit dieser Beize an verschiedenen Kupferlegirungen angestellten Versuchen fiel die Färbung bei Kupfer-Zinnlegirungen (Bronze, Rothguss, Glockenguss) in verschiedener Zusammensetzung stets etwas röthlich aus. Durch mehrfaches Auftragen der Beize verschwand zwar der rothe Ton, aber die Haltbarkeit des Ueberzugs wurde dadurch in Frage gestellt. Sobald nämlich die Farbschicht eine gewisse Dicke erreicht hatte, blätterte sie stellenweise ab, oder sie wurde beim Abtrocknen mit fortgenommen, während ein dünner Ueberzug sehr fest haftete. — Bei den weiteren systematischen Versuchen, die röthliche Färbung fortzuschaffen, zeigte es sich sehr bald, dass arsenige Säure und Antimonchlorid in zu grosser Menge in der Mischung vorhanden waren. Der rothe Farbenton rührte von Ueberschuss an Antimonchlorid her, während die grössere Menge der arsenigen Säure, wenn sie auch keinen Schaden verursachte, aus ökonomischen Gründen überflüssig war, da das angegebene Quantum in der kalten Salzsäure gar nicht gelöst wird. Erhitzte man letztere, so wurde zwar die ganze Menge des Arsensalzes gelöst, fiel aber beim Erkalten zum grössten Theil wieder aus. Der Bodensatz betrug dann mit dem ungelösten Hammerschlag etwa 40 % des ganzen Volumens.

Dagegen bewährte sich die folgende Zusammensetzung sowohl in praktischer, als auch ökonomischer Beziehung: 1000 *g* rohe Salzsäure, 60 *g* arsenige Säure, fein gestossen, 30 *g* Antimonchlorid, 150 *g* Hammerschlag, fein gestossen. Man fügt alle Bestandtheile zur Salzsäure, erwärmt das Gemisch auf etwa 70 bis 80° *C* und erhält die Mischung während einer Stunde auf dieser Temperatur. Bei öfterem guten Durchrühren wird der grösste Theil der arsenigen Säure gelöst, wonach die Beize gleich nach dem Erkalten gebrauchsfertig ist. Wenn die Beize nicht gleich gebraucht werden soll, kann die Erwärmung der Salzsäure fortfallen. Das Gemisch bleibt dann etwa 24 bis 36 Stunden stehen und wird von Zeit zu Zeit gut durchgeschüttelt.

Für den Gebrauch genügt in den meisten Fällen ein zweimaliges Eintauchen (je höchstens 15 Sekunden) des durchaus fettfreien Gegenstandes. Derselbe muss vor dem zweiten Eintauchen mit Wasser abgespült und mit weicher Leinwand gut abgetrocknet werden. Jeder auf der Metallfläche befindliche Wassertropfen erzeugt einen Flecken. Herr Sprenger empfiehlt nach erfolgter Färbung die Gegenstände zuerst in schwacher Sodalösung und dann in viel Wasser abzuspülen und darauf in Sägespähnen zu trocknen. Der gleiche Effekt wird auch ohne Sodalösung erreicht.

Die Beize ist verwendbar zur Färbung ganzer Instrumente. Die grauschwarze Färbung tritt bei allen nachstehend genannten Metallen und Legirungen ohne wesentliche Verschiedenheit auf:

Silber, Kupfer, sowie Kupfer-Zink- und Kupfer-Zinnlegirungen (Messing, Bronze, Rothgüsse, gegossen und gewalzt), ferner Neusilber, Arsenkupfer, Arsenbronze, Phosphorbronze und Löthzinn.

Die Beize ist schlecht verwendbar für Aluminium- und Siliciumbronze, gar nicht wirksam bei Nickel, Aluminium und Zink.

Eine Lackirung der gefärbten Gegenstände ist nicht unbedingt nothwendig; dies richtet sich lediglich nach der Verwendung des Instrumentes.

Eine angeblich englische Anweisung für eine ähnliche Beize hat die Runde durch die ganze Fachliteratur gemacht. Es wird nur deshalb von ihr hier Notiz genommen, weil sie sich auch im *Mechanikerkalender von 1889* findet. Sie wird als ganz vorzüglich empfohlen und besteht aus: 2 *l* Salzsäure, 0,250 *g* Salpetersäure, 85 *g* arsenige Säure, 85 *g* Eisenspähne. Die Zusammensetzung ist mit Schwierigkeiten verbunden, weil sich das Gemisch beim Hinzufügen des Eisens, auch in sehr kleinen Portionen, stark erwärmt; es steigen unter heftigem Aufkochen grosse Mengen der bekannten braunen untersalpetersauren Dämpfe auf. Das fertige Gemisch entwickelt, zumal bei Anwendung konzentrirter Ingredienzien, dauernd Untersalpetersäure- und Chlordämpfe, wodurch die Arbeit eine sehr ungesunde wird.

Mit dieser Beize konnte keine dunkelgrauschwarze Färbung erhalten werden. Es entsteht wohl ein schwarzbrauner Niederschlag auf dem zu beizenden Metall, derselbe lässt sich aber ohne

Weiteres abwischen und darunter liegt die mattgeätzte Metallfläche. Auch nach längerem Stehen der Beize war das Resultat kein anderes.

2. Hellgraue Beize (Stahlgrau). Man löst 83 *g* Eisenvitriol (Eisensulfat) und 83 *g* gestossene arsenige Säure in 1000 *g* roher Salzsäure. (Herstellungsweise wie Nr. 1).

Die Verwendungsart ist dieselbe wie bei No. 1, sowohl für die dort angegebenen Metalle als auch in der Art und Weise der Anwendung, nur muss das Eintauchen unter Umständen öfter wiederholt werden. Der Gegenstand muss auch hierbei vor jedem neuen Eintauchen abgespült und gut abgetrocknet werden.

Beide Beizen werden in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt.

3. Mattschwarze Beize von A. Bollert. (Vgl. *diese Zeitschrift 1892. S. 292*). Ersatz der bisher gebräuchlichen Schwarzbrennsäure.

Der Reichsanstalt war schon im Frühjahr vergangenen Jahres Mittheilung über diese Beize durch Herrn Färber in Berlin zugegangen. Die eigentliche Anweisung dafür war aber unbekannt geblieben, so dass die Versuchswerkstatt das richtige Verhältniss der beiden Stoffe ermitteln musste. In der hierbei gefundenen Zusammensetzung wird die um jene Zeit hergestellte Beize noch heute mit dem besten Erfolge in den Werkstätten der Reichsanstalt, an Stelle der seitdem verworfenen älteren Schwarzbrennsäure (Siehe *diese Zeitschrift 1890. S. 195*) benutzt.

Sie besteht aus 500 *g* salpetersaurem Kupfer (Kupfernitrat), 150 *g* Alkohol von etwa 90 %.

Die Lösung des Salzes nimmt ziemlich lange Zeit in Anspruch; es empfiehlt sich daher, das Salz in irdenem Gefäss über schwachem Feuer unter Umrühren zu schmelzen, dann den Alkohol hinzuzufügen und schliesslich das Gefäss zur Verminderung der Alkoholverdampfung kalt zu stellen.

Man thut gut, die zu beizenden Metallstücke stets kalt in die Beize zu bringen. Bei heissen Stücken vermindert sich durch Verdampfung der Alkoholgehalt, während bei wiederholtem Eintauchen solcher Gegenstände der bereits erhaltene Ueberzug stellenweise abspringt, wodurch die Ungleichmässigkeit der Färbung in stärkerem Maasse hervorgerufen wird.

Diese Beize ist entschieden der älteren Schwarzbrennsäure, bestehend aus einer Auflösung von Kupfer in Salpetersäure, vorzuziehen; die Färbung fällt dunkler und gleichmässiger aus.

Dieselbe ist brauchbar für Kupfer, Messing, alle Kupferzinnlegirungen, Neusilber, Arsenkupfer, Arsen-, Aluminium-, Silicium- und Phosphorbronze. Aluminium und Nickel werden fast gar nicht geschwärzt. Die Färbung wird bei Zink nicht gut; ausserdem wird dieses Metall durch die hohe Erwärmung so weich, dass höchstens starke Gussstücke in dieser Weise behandelt werden können.

Die Aufbewahrung der Beize geschieht in gut geschlossenen Gefässen an kühlen Orten.

4. Versilberung für Skalen, Zifferblätter und Kreistheilungen. (Kornversilberung).

1 Gewichtsth. Silberpulver
3 Gewichtsth. *Cremor tartari*
6 Gewichtsth. Kochsalz.

Zuerst wird das Kochsalz gut getrocknet und darauf in der Reibschale mit dem *Cremor tartari* innig verrieben. Die Mischung schüttet man auf reines weisses Papier und fügt erst jetzt das Silberpulver hinzu. In der Reibschale würde zu viel des Letzteren an der rauhen Wand hängen bleiben. Nachdem Alles gehörig durchgemischt ist, wird die Versilberungsmasse in einer gut verschlossenen Glasflasche aufbewahrt. (Schwarzes Glas nicht nöthig).

Die zu versilbernde, vorher geschliffene und eingelassene Skale wird zunächst mit *Cremor tartari* und Wasser abgewaschen und dann die Versilberungsmasse mit Wasser durch Reiben mit dem Finger aufgetragen, bis die gewünschte Stärke und Weisse der Silberschicht erreicht ist. Darauf wird die Fläche wieder mit *Cremor tartari* und Wasser abgewaschen und gut getrocknet. — Die Versilberung kann lackirt werden oder auch ohne Lacküberzug bleiben; sie bleibt im Gegensatz zur Versilberung mit Chlorsilber weiss.

Das Silberpulver ist in drei Körnungen, fein, mittel und grob, zu verwenden je nach der Grösse der Versilberungsfläche. Bezugsquelle für Silberpulver: Birkner & Hartmann in Nürnberg. *Schw.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt** und **H. Haensch.**

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang. **Februar 1893.** Zweites Heft.

Bericht über die Verhandlungen betreffend Einführung einheitlicher Gewinde von Befestigungsschrauben in die Feintechnik.

Verhandelt zu München am 5. und 6. Dezember 1892 im kleinen Saale des Kunstgewerbehauses.

Anwesend:

Im Auftrage der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt:

1. das Mitglied der Phys.-Techn. Reichsanstalt Herr Prof. Dr. Leman,
2. das Mitglied der Phys.-Techn. Reichsanstalt Herr Franc von Liechtenstein,
3. der Assistent bei der Phys.-Techn. Reichsanstalt Herr Blaschke;

i. A. des Reichspostamtes:

4. der Telegraphen-Ingenieur Herr Vesper;

i. A. der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission:

5. der technische Hülfsarbeiter Herr Pensky;

i. A. der Direktion der Königlich Bayerischen Posten und Telegraphen:

6. der Telegraphen-Bezirksingenieur Herr Mirus;

i. A. des Grossherzoglich Badischen Ministeriums des Innern:

7. der Vorstand der Uhrmacherschule zu Furtwangen Herr Professor Hubbuch;

i. A. der Grossherzoglich Hessischen Zentralstelle für die Gewerbe:

8. Herr Fabrikant Heyne aus Offenbach;

i. A. der Königlichen Sternwarte zu München:

9. der Observator Herr Dr. Bauschinger;
10. Herr Prof. Schedlbauer, } von der Kgl. Bayerischen Normal-Aichungs-Kommission.
11. „ A. Stellnreuther; }

i. A. des Vereins deutscher Ingenieure:

12. der Fabrikant Herr Lemmer aus Braunschweig, Vorsitzender-Stellvertreter des Vereins,
13. Herr Prof. Bach aus Stuttgart,
14. der Grossherzoglich Badische Oberingenieur Herr Delisle aus Karlsruhe,
15. Herr Peters aus Berlin, Direktor des Vereins;

i. A. der *Société Intercantonale des industries du Jura:*

16. Herr Prof. M. Thury aus Genf,
17. „ Ebersberger „ „ ;

i. A. des Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller:

18. der Präsident der Aktien-Gesellschaft für Fabrikation Reishauer'scher Werkzeuge Herr Landolt aus Zürich,
19. Herr Ingenieur Dubied aus Couvet;

i. A. der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik:

20. der Vorsitzende derselben Herr Dr. Krüss aus Hamburg;

i. A. des Polytechnischen Vereins zu München:

21. Herr Prof. Aubry;

i. A. des Centralverbands der deutschen Uhrmacher:

22. Herr Hofuhrmacher **Gebhart** aus München;

i. A. des deutschen Geometer-Vereins:

23. Herr Steuerrath **Steppes**, München;

i. A. der Elektrotechnischen Gesellschaft sowie des Technischen Vereins zu Frankfurt a. M.:

24. Herr Dr. **Nippoldt** aus Frankf. a. M.;

i. A. der Firma **Müller & Schweizer** in Solothurn:

25. Herr **Henzi**;

i. A. der Firma **Isaac fils** in Nyon:

26. Herr **Isaac**;

i. A. der Firma **Martin fils** in Carouge-Genève:

27. Herr **Martin**;

i. A. der Firma **Max Thum & Co.** in Genf:

28. Herr **Thum**;

i. A. der Firma **Siemens & Halske**:

29. Herr Obermeister **Raabe** aus Charlottenburg;

i. A. der Werkstätte für Maschinenbau vorm. **Ducommun** und der Industriellen Gesellschaft in Mülhausen:

30. Herr Oberingenieur **Stutz**;

i. A. der Firma **J. E. Reinecker** in Gablenz-Chemnitz:

31. Herr **Joh. G. Reinecker**;

32.—35. Als Mitglieder der Schraubenkommission der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik:

Herr **Gebbert** aus Berlin,
„ **Hartmann** „ Frankfurt a. M.,
„ **Ott** „ Kempten,
„ **Reichel** „ Berlin;

36. Herr Ingenieur und Fabrikbesitzer **S. Riefler** aus München.

A. Verhandlungen der Plenarversammlung.

Vorsitzender: Professor Dr. **Leman**. Schriftführer: **Blaschke**.

I. Sitzung. Montag, den 5. Dezember 1892, 10 Uhr Vormittags.

Der **Vorsitzende** eröffnet die Sitzung, indem er die Versammelten Namens der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und ihres Präsidenten begrüsst; er gedenkt der Verdienste des verstorbenen Direktors Dr. **Loewenherz** um die Förderung der Frage, deren Abschluss — wenigstens in **einer** Richtung — Aufgabe dieser Konferenzen sei; zu Ehren des so früh seiner Thätigkeit Entrissenen erheben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Darauf erinnert der Vorsitzende daran, dass die Aufgabe der gegenwärtigen Versammlung im Wesentlichen die Fortsetzung und der Abschluss der Frankfurter Berathungen vom 2. und 3. Juni 1890 bilde; die Reichsanstalt habe zur Hebung einiger Schwierigkeiten von den damals gefassten Beschlüssen in einzelnen Punkten abweichen müssen und lege das so geschaffene Gewinde der Konferenz zur Begutachtung und Beschlussfassung vor. Ehe jedoch in die Besprechung der einzelnen Punkte der Tagesordnung eingetreten werden könne, habe er schriftlicher Zusicherung zufolge Herrn Professor **Thury** das Wort zu einer Mittheilung zu verstatten.

Herr Professor **Thury** verliest hierauf eine eingehende Auseinandersetzung *„le système suisse et le système allemand pour l'unification des vis"*, welche bereits vorher nebst einer Uebertragung in die deutsche Sprache an die Theilnehmer in gedruckten Exemplaren vertheilt worden war.

In derselben erläutert er zunächst nochmals zur Orientirung in Kürze die dem von ihm ausgearbeiteten Gewindesystem zu Grunde liegenden Prinzipien, wonach dasselbe auf einem Minimum konventioneller Elemente beruhe und deshalb gleichzeitig praktisch und rationell sei, geht darauf zur Widerlegung der gegen dasselbe etwa geltend zu machenden Einwendungen über und wendet sich alsdann

gegen das vorgeschlagene deutsche. Diesem wirft er hauptsächlich eine zu grosse Willkürlichkeit bezüglich der Verhältnisse der Ganghöhe zum Durchmesser vor, welche ja auch dazu geführt habe, dass die in Frankfurt geschaffenen Festsetzungen jetzt schon wieder in Frage gestellt würden. Sodann wendet er sich der Erörterung zu, ob Deutschland durch seine Vorarbeiten zu einem internationalen Schraubensystem zu gelangen gedenke. Die Erreichung dieses allerdings schon aus wirthschaftlichen Gründen mit Rücksicht auf den Exporthandel höchst erstrebenswerthen Zieles hält er gerade durch das einseitige Vorgehen für gefährdet und zwar wiederum durch das allzustarke Hervortreten des konventionellen Elementes. Er empfiehlt schliesslich nochmalige eingehende und sorgfältige Durchberathung aller in Frage kommenden Punkte durch die deutschen Kommissionen mit Rücksicht auf einen internationalen Kongress, für welchen er ein Arbeitsprogramm entwirft.

Der Vorsitzende dankt Herrn Professor Thury für seine ausführlichen und interessanten Darlegungen und stellt es der Versammlung anheim, in eine Besprechung derselben einzutreten. Seinerseits bemerkt er, dass hinsichtlich der Abänderungen der Frankfurter Beschlüsse Herrn Thury's Auffassungen doch zu weit gingen. Thatsächlich handele es sich hier gerade um völlige Aufrechterhaltung des Wesentlichen jener Festsetzungen. Dazu trete eine relativ geringfügige Aenderung des Gewindeprofiles, während die Verhältnisse zwischen Ganghöhe und Durchmesser im Ganzen unberührt blieben und nur bezüglich der Schrauben von sehr kleinem Durchmesser eine kleine, ziemlich unerhebliche Modifikation erlitten hätten. Diese aber sei nur erfolgt, um den Anschluss an die Gewinde der Uhrmacherei zu erleichtern.

Für die deutsche Schraubenkommission seien bei der Aufstellung der einzelnen Abmessungen allerdings in erster Linie die Bedürfnisse der Praxis maassgebend gewesen, welche möglichst einfache Zahlen verlange und für welche eine systematische Darstellbarkeit durch einfache Formeln keine wesentliche Bedeutung habe. Herr Thury unterschätze aber auch bei seinem System das konventionelle Element. Dasselbe trete in Folge der unumgänglich nothwendigen Abrundung der komplizirten und vielfach irrationalen Zahlen in vollem Maasse wieder hinzu, so dass die praktisch ausgeführte Reihe der Schrauben seines Systems durchaus keine streng systematische Folge der Abstufungen aufweise. Gestatte man aber bei der Abrundung eine nur um sehr Weniges weitergehende Lizenz, so liessen sich auch die Abstufungen des vorgeschlagenen Gewindes durch ähnliche Formeln wie die des Thury'schen sehr befriedigend darstellen, so dass es in diesem Sinne die Eleganz der Thury'schen Methode mit Rücksichtnahme auf die Bedürfnisse der Praxis vereinige und sich ausserdem eng an das metrische Maasssystem anschliesse, was von jenem doch nur sehr bedingt behauptet werden könne.

Auf den von Herrn Professor Thury betonten internationalen Charakter seines Systems wolle Redner, wenn er denselben auch keineswegs anerkennen könne, hier nicht näher eingehen, er bemerke dazu nur, dass der Schraubenkommission allerdings in erster Linie daran gelegen sei, der in Deutschland und den mit ihm in Handelsverbindung stehenden Gebieten herrschenden Verwirrung ein Ende zu machen.

Die Anbahnung eines vollständigen internationalen Einvernehmens nach dem Vorschlage des Vorredners würde Vorbereitungen von so langer Hand bedürfen, dass darauf Seitens der deutschen Industrie, für welche die Frage eine unmittel-

bar brennende geworden sei, unmöglich gewartet werden könne, um so weniger als der Erfolg eines solchen Versuches, so lange noch neben dem metrischen das englische Maasssystem bestehe, ein sehr unsicherer bleiben würde.

Es könne auch nicht in Abrede gestellt werden, dass die einmal gewonnene Verbreitung eines wirklich metrischen Schraubensystems in der Praxis, wenn auch nur über ein begrenztes, aber nicht zu enges Gebiet, wie es hier, im Gegensatz zu dem Thury'schen in Aussicht stände, diesem Systeme von vornherein ein gewisses Gewicht verleihe. Daher würden der endlichen internationalen Annahme des vorgeschlagenen Gewindes sicher keine grösseren Schwierigkeiten erwachsen als dem metrischen Maasssysteme; gerade in England, auf welches sich Herr Professor Thury berufe, bestehe nach seinen Informationen der lebhafte Wunsch nach einem wirklich metrischen Gewinde.

Herr Delisle vermag ebenfalls dem Umstande, dass die Abstufung der Ganghöhen und Durchmesser des Thury'schen Gewindesystems auf allerdings vollkommen logischer Grundlage aufgebaut und durch sehr einfache Formeln darstellbar ist, eine praktische Bedeutung nicht zuzuerkennen und bezweifelt auch, dass die Thury'sche Reihe jemals in ihrer ganzen Ausdehnung benutzt werde; jeder Fabrikant, der mit ihr arbeiten wolle, sei genöthigt, entweder eine Auswahl zu treffen, oder gar zu interpoliren; hierdurch gehe ja aber der theoretische Zusammenhang wieder verloren. Die Abrundung der Gewindeform sei durchaus zu verwerfen, dagegen habe sich die Abflachung vollkommen bewährt.

Da Niemand mehr das Wort verlangt, so geht die Versammlung über zur Berathung der

I. Gewindeform.

Der Vorsitzende erklärt, dass die Reichsanstalt aus triftigen Gründen von der in Frankfurt beschlossenen scharfen Gewindeform abgegangen sei; dieselbe habe bei der Verfertigung der Bohrer erhebliche Schwierigkeiten gemacht, noch ungünstiger habe sie sich bei der Herstellung der Schneideisen gezeigt. Die erhaltenen Schneideisen wiesen zerrissenes und gratiges Gewinde auf, was man an den ausliegenden Proben bemerken könne. Eigentlich könne wohl auch angenommen werden, dass die Frankfurter Versammlung durch den Ausdruck „scharfgängig“ nur den Gegensatz zu den in der Praxis vielfach vorkommenden sehr stark verrundeten und deshalb schwer oder gar nicht bestimmbaren Gewindeformen habe bezeichnen wollen. An wirklich messerscharfe Profile, die sich dauernd doch nicht erhalten lassen würden, sei jedenfalls nicht gedacht worden. Man hätte sicher nur ein scharfgängiges Gewinde mit mehr oder weniger stark „gebrochnen Kanten“ im Auge gehabt. Hingegen lieferten Schneidzeuge mit abgeflachten Gängen ebenso günstige Ergebnisse wie solche mit abgerundeten. Die Reichsanstalt könne daher das abgeflachte Gewinde auf Grund ihrer Erfahrungen empfehlen. Bei der Wahl zwischen abgeflachtem und abgerundetem Gewinde habe man sich deshalb für das erste entschieden, weil es den Vorzug habe, dass die Normalien leichter hergestellt und gemessen werden können. Zudem sei auf diese Weise nach oben hin der völlige Anschluss an das Gewinde des Vereins deutscher Ingenieure erreicht und auch nach unten hin werde sich, wie maassgebende Fachleute bestätigt hätten, für die Bedürfnisse der Uhrmacherei die Reihe leicht fortsetzen lassen.

Herr Gebhart ist gleichfalls gegen die scharfe Gangform, weil bei derselben die Werkzeuge sich schnell abnutzen und die Schrauben die Muttern be-

schädigen; für die Zwecke der Uhrmacherei verdienten jedoch abgerundete Schrauben den Vorzug vor abgeflachten, weil jene in Folge der scharfen Kanten leichter zerbrächen; namentlich käme dies bei den gehärteten Bohrern häufig vor.

Herr Dr. Nippoldt bemerkt dazu, dass auch bei dem abgeflachten Gewinde in der Praxis noch immer eine geringe Abrundung der Kanten von selbst entstehe. Bei den kleinen Schrauben flössen diese Abrundungen dann in einander, so dass man hier praktisch überhaupt nicht mehr einen wirklichen Unterschied zwischen abgerundetem und abgeflachtem Gewinde machen könne. Prinzipiell müsse man aber mit Rücksicht auf die grösseren Schrauben an der Abflachung festhalten.

Der Vorsitzende stellt fest, dass die völlig scharfe Gewindeform von keiner Seite her Unterstützung finde und daher als endgiltig verlassen anzusehen sei; die Frage scheine sich nur noch um den Gegensatz zwischen Abrundung und Abflachung zu drehen. Hierzu habe sich ausser den beiden letzten Rednern auch vorher schon Herr Delisle in ähnlichem Sinne wie Herr Dr. Nippoldt geäussert.

Herr Gebhart erklärt sich durch die Auseinandersetzung des Herrn Dr. Nippoldt für befriedigt.

Herr Hartmann hebt hervor, dass er auf Grund der Versuche der Reichsanstalt den Standpunkt, den er auf der Frankfurter Versammlung eingenommen, verlassen habe und sich unbedingt für das abgeflachte Gewinde aussprechen müsse; er gebe diesem vor dem abgerundeten den Vorzug wegen seiner leichteren Messbarkeit und einfacheren Herstellung.

Herr Isaac weist darauf hin, dass in Amerika für kleinere Gewinde die abgerundete Form allein gebräuchlich sei; darum möge man dasselbe auch hier einführen.

Demgegenüber betont Herr von Liechtenstein, dass hier nur die Form der Normalien in Frage komme; bei denselben sei aber für ihn die Abflachung das einzige denkbare, weil die Abrundungen an den Sticheln sich niemals präzise herstellen lassen.

Herr Dubied ist gleichfalls der Ansicht, dass sich nur Formen mit geradliniger Begrenzung genau herstellen und messen lassen, hält es aber für schwierig, bei der Kleinheit der in Betracht kommenden Grössen die Abflachung der Stichel richtig zu treffen.

Herr von Liechtenstein zeigt den von ihm konstruirten Apparat vor, der dies ermöglicht. Bei demselben wird der zunächst scharf hergestellte Stichel um den Betrag der gewünschten Abflachung durch eine Mikrometerschraube aus einer Ebene herausgeschoben, auf welcher er vorher mit seiner Spitze aufstand; alsdann kann man ihn so lange abschleifen, bis die Abflachung wieder in jene Ebene fällt.

Nachdem noch Herr Heyne sich zu Gunsten der Abflachung ausgesprochen, wird die Diskussion geschlossen und der

Vorsitzende stellt als Ergebniss der Berathungen fest, dass die Versammlung für die Normalien sich mit der abgeflachten Gewindeform einverstanden erklärt habe.

Darauf leitet der Vorsitzende die Berathungen ein über die

II. Ganghöhen

durch Verlesung der den Theilnehmern von der Reichsanstalt zugesandten Erläuterungen zur Tagesordnung. Es lägen Wünsche nach Abänderungen in zwei Richtungen vor:

a) behufs Verfeinerung bei den stärkeren Durchmessern,
b) behufs Vergröberung bei den schwächeren.

Er bitte diese beiden Punkte gesondert zu behandeln.

Zu a) warnt Herr Hartmann davor, zu viele Normen aufzustellen. Die vorliegenden Gewinde seien unbedingt nöthig und es könne nur in Frage kommen, neben denselben noch feinere zuzulassen; das Bedürfniss nach solchen sei aber keineswegs so stark, um seinetwegen auf die grossen Vortheile einer Reihe zu verzichten, bei welcher zu einem Durchmesser eine Ganghöhe gehöre.

Herr Dr. Krüss bestreitet, dass bei stärkerem Durchmesser die kleinere Ganghöhe überhaupt in erheblichem Maasse gebraucht werde.

Herr Delisle beleuchtet die Frage vom Standpunkte des Vereins deutscher Ingenieure. Bei einer Verfeinerung der Ganghöhen gehe der nunmehr erreichte Anschluss an ihr Gewinde wieder verloren. Er bitte, nicht nur keine Verfeinerung vorzunehmen, sondern sogar für den Durchmesser von 5 *mm* als Ganghöhe 0,9 *mm* festzusetzen und das Gewinde von 5,5 *mm* Durchmesser ganz fallen zu lassen.

Herr Raabe bittet, der Verein deutscher Ingenieure möge von diesem Vorschlage zurücktreten, da eine Aenderung in diesem Sinne gegen die Interessen der Mechanik sei, welche Schrauben von 5,5 *mm* Durchmesser nicht entbehren könne.

Auch Herr Professor Hubbuch ist gegen eine weitere Vergröberung der Gewinde, da vielfach das Gefühl vorhanden sei, dass die von der Reichsanstalt vorgeschlagenen Ganghöhen gross genug seien.

Der Vorsitzende macht darauf aufmerksam, dass eine solche Aenderung nicht allein vorgenommen werden könne, sondern auch zu einer Vergrösserung der Ganghöhe für den Durchmesser 4,5 von 0,75 auf 0,80 nöthige. Er warnt jedoch davor, wiederum Aenderungen eintreten zu lassen, da man hierdurch in den betheiligten Kreisen leicht das Gefühl der Unsicherheit erwecke.

Herr Delisle erklärt darauf, bei der Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure dahin wirken zu wollen, dass die Reihe des Vereins erst bei 6 *mm* beginne; alsdann wäre ein vollkommener Anschluss erreicht. (Beifall).

b) Da somit diese Frage erledigt ist, so stellt der Vorsitzende zur Diskussion, ob man die Vorschläge der Reichsanstalt, betreffend Vergröberung der feineren Gewinde, gutzuheissen gewillt sei.

Herr Professor Hubbuch theilt mit, dass man in denjenigen Kreisen des Schwarzwaldes, welche vorzugsweise gestanzte Werke herstellen, die vorgeschlagenen Gewinde für zu grob halte; auch wünsche man vielfach zwischen 2 und 3 *mm* mehr als zwei Durchmesser eingeschoben zu sehen; er selbst allerdings habe in seiner Schule seit Jahresfrist ausschliesslich die von der Reichsanstalt vorgeschlagene Reihe im Gebrauch und sei zu der Ansicht gelangt, man könne, freilich mit einigen Aenderungen in den bisherigen Konstruktionen, mit derselben sehr wohl auskommen.

Der Vorsitzende weist darauf hin, wie misslich, ja sogar gefährlich es sei, jetzt noch nicht erprobte Gewinde einzuschieben und das gleichmässige Fortschreiten in den Durchmessern zu zerstören.

Herr Professor Hubbuch betont nochmals, dass man in den betreffenden Kreisen des Schwarzwaldes bei der Einführung der neuen Gewinde alsdann auf Schwierigkeiten stossen werde; er hofft jedoch, dass dieser Widerstand sich legen wird.

Herr Dr. Nippoldt beantragt:

diese Frage einer Kommission zur Vorberathung zu überweisen.

In Frankfurt habe man Werth darauf gelegt, die vollen Millimeter in der

Reihe zu haben und ein allmäliges Fortschreiten der Durchmesser mit möglichst konstantem Dekrement zu erzielen, welches letzteres in dem Thury'schen Systeme am vollkommensten zum Ausdruck komme. So sei die vorliegende Reihe entstanden; wolle man dieselbe ändern, so könne das nur nach eingehender Berathung in einer Kommission geschehen.

Herr Dr. Krüss ist dagegen, weil er eine Abänderung nach den Erklärungen von Professor Hubbuch nicht für nothwendig hält; habe man einmal in eine einzige gewilligt, so werden sich bald andere Kreise finden, die hier und dort etwas verändert wissen wollten.

Auch Herr Hartmann ist bei dieser Sachlage gegen eine Abänderung; etwa nothwendig werdende Konstruktionsänderungen in der Schwarzwälder Uhrenindustrie fallen nicht so sehr ins Gewicht, da solche doch von Zeit zu Zeit auch aus anderen Gründen vorgenommen werden müssten.

Herr Raabe führt das Widerstreben der Schwarzwälder Uhrenfabrikanten darauf zurück, dass man bei den Konstruktionen häufig viel zu dicke Schrauben verwende.

Herr Pensky ist entschieden dagegen, jetzt noch neue Einschiebungen vorzunehmen, lediglich um spezielle Wünsche zu berücksichtigen. Damit opfere man von vornherein die Aufrechterhaltung der Einheitlichkeit, welche nur durch gegenseitiges Entgegenkommen gewonnen worden sei. Es handle sich hier nicht um eine Detailfrage, sondern um Festhaltung der Prinzipien, deshalb sei eine Kommissionsberathung hier nicht am Platze, man komme im Plenum ebenso rasch zur Entscheidung.

Herr Dr. Nippoldt zieht seinen Antrag auf Kommissionsberathung zurück und schlägt vor, folgende Reihe der Durchmesser aufzustellen:

4; 3,6; 3,3; 3,0; 2,7; 2,4; 2,2; 2,0; 1,8; 1,6; 1,4; 1,2; 1,0,

welche im Prinzip dasselbe biete wie die Frankfurter Reihe, aber zwischen 4 und 1 *mm* die Zahl der Gewindedurchmesser um drei vermehre.

Herr von Liechtenstein weist darauf hin, dass die Annahme dieses Vorschlages alle bisherigen Festsetzungen so gut wie ganz umstossen und die Erledigung der so dringlichen Angelegenheit wieder weit hinausschieben würde; die Reichsanstalt müsste ihre Arbeit wieder von Neuem beginnen.

Auch Herr Dubied ist gegen jede Abänderung, da man sich alsdann betreffs der den Durchmessern zuzuordnenden Ganghöhen völlig im Dunkeln befinde.

Herr Isaac betont, dass die vorgeschlagene Reihe nicht genügend systematisch sei, indem sie nach unten hin zu grob abgestuft erscheine. Folgerichtig müsste man dann auch noch die Durchmesser 1,5, 1,3 und 1,1 einschieben, damit aber die ursprüngliche Anzahl von 18 Nummern auf 24 vergrössern. Für die Mehrzahl der eingeschobenen Durchmesser läge aber kein Bedürfniss vor, man könne erfahrungsmässig stets mit wenig Gewinden ausreichen.

Herr Pensky betont nochmals die Gefahren, welche mit jeder Durchbrechung der vorgeschlagenen Normen zu Gunsten besonderer Einzelwünsche verbunden seien und welche hier offen zu Tage treten. Während Herr Prof. Hubbuch nur die Einschiebung noch einer Stufe zwischen 2 und 3 *mm* im Interesse der Industrie des Schwarzwaldes angeregt habe, störe nun der Vorschlag des Herrn Dr. Nippoldt fast die ganze Reihe von 4 *mm* abwärts. Es könne nicht ausbleiben, dass für einzelne Sonderzwecke besondere Gewinde unentbehrlich würden, doch dürfen solche Einzelfälle bei der Aufstellung allgemein gültiger Normen nicht mitsprechen. Der

wirthschaftliche Nutzen, welcher von der Massenanfertigung von Schrauben, die der von der Reichsanstalt vorgelegten Reihe angehören, zu erhoffen sei, werde diesen zweifellos ein Uebergewicht verschaffen und die Anwendung abweichender Gewinde nach Möglichkeit einschränken.

Für Herrn Dr. Krüss ist der neue Vorschlag unannehmbar; in Hamburg, wo die Muster auch den dortigen Uhrmachern vorgelegt worden seien, habe man sich einstimmig für die Reihe erklärt.

Herr Gebhart hält die Schwarzwälder Industrie nicht für hoch genug entwickelt, um ihretwegen von den wohlerwogenen Vorschlägen der Reichsanstalt abzugehen.

Demgegenüber treten die Herren Hartmann und Delisle für den Werth der Industrie des Schwarzwaldes ein, ohne indess der Aenderung das Wort reden zu wollen.

Herr Professor Hubbuch erklärt, dass er nur der Ueberbringer gewisser ihm vorgetragener Wünsche und Bedenken gewesen sei; er selbst werde, wenn denselben nicht Rechnung getragen werden könne, vor seiner Regierung den Standpunkt vertreten, dass nach seiner Auffassung die vorliegende Reihe genügend auskömmlich sei.

Durch diese Erklärung hält der Vorsitzende im Einklange mit der Versammlung auch diesen Punkt der Tagesordnung im zustimmenden Sinne für erledigt.

Somit sei das Ergebniss der bisherigen Berathungen folgendes:

I. Gangform: Winkel von 53° 8′, Abflachung: innen und aussen je $^1/_8$ der Ganghöhe.

II. Abmessungen der Gewinde:

Durchm. *mm*	Ganghöhe *mm*	Kernstärke *mm*	Durchm. *mm*	Ganghöhe *mm*	Kernstärke *mm*
10	1,4	7,9	3,5	0,6	2,6
9	1,3	7,05	3	0,5	2,25
8	1,2	6,2	2,6	0,45	1,925
7	1,1	5,35	2,3	0,4	1,7
6	1,0	4,5	2	0,4	1,4
5,5	0,9	4,15	1,7	0,35	1,175
5	0,8	3,8	1,4	0,3	0,95
4,5	0,75	3,375	1,2	0,25	0,825
4	0,7	2,95	1	0,25	0,625

Um 1 Uhr werden die Berathungen auf 2 Stunden vertagt.

II. Sitzung. Montag, den 5. Dezember 1892, 3 Uhr Nachmittags.

III. Herstellung von Backenbohrern.

Der Vorsitzende stellt, nachdem nunmehr Gangform, Durchmesser und Steigung angenommen worden, die Frage zur Berathung, ob es angezeigt erscheine, besondere Vorschriften für die Herstellung von Backenbohrern, (sogenannter Originalbohrer) mit einem grösseren als dem normalen Durchmesser aufzustellen; es sei dies keine Frage von prinzipieller Bedeutung, sondern lediglich eine solche der Zweckmässigkeit.

Herr von Liechtenstein theilt zur näheren Orientirung mit, dass in verschiedenen Werkstätten Versuche gemacht worden seien, die Kluppenbacken mit

Bohrern herzustellen, deren Durchmesser um die doppelte Gangtiefe stärker als der normale sei. Solche Backen hätten sich für weiche Materialien ausgezeichnet und auch für härtere besser als die gewöhnlichen bewährt.

Herr Professor Hubbuch hebt auf Grund seiner Erfahrungen an der Gh. Uhrmacherschule als Vorzug dieser Backen nachdrücklich hervor, dass sie der Kluppe gleich beim Beginn des Schneidens bessere Führung gäben und dadurch namentlich dem Ungeübteren die Arbeit erheblich erleichterten.

Von verschiedenen Seiten, namentlich von den Herren Raabe und Reinecker wird die Zweckmässigkeit dieser Bohrer anerkannt und erwähnt, dass dieses Verfahren bereits längere Zeit in Gebrauch sei; auf der anderen Seite wird von den Herren Reichel und Pensky jedoch darauf hingewiesen, dass dabei theoretisch ein vollkommen richtiges Gewinde nicht erzeugt werde und daher eine Beglaubigung derartiger Bohrer bedenklich sei.

Herr Landolt weist darauf hin, dass mit normalen Backenbohrern auch Backen herzustellen seien, die ein normales Gewinde erzeugen. Die Aktiengesellschaft Reishauer in Zürich erstelle Backen, deren Schnittfläche eine derartige Kurve bilde, dass die Schneidzähne stets senkrecht zum Gewindegange stehen; in Folge dessen schneide der Backen das Gewinde in normaler Steigung.

Hierbei wird die Besprechung ausgedehnt auf die Frage, welche Gegenstände überhaupt zur Beglaubigung oder Prüfung empfohlen werden sollen. Während einestheils von Herrn Heyne und Anderen eigentliche Werkzeuge hierzu nicht geeignet erachtet werden, weil sie im Gebrauche ihre Abmessungen in Folge der Abnutzung ändern, wird von anderen, besonders von den Vertretern des Vereins deutscher Ingenieure, eine Beglaubigung aller Werkzeuge verlangt, die dem Handelsverkehr übergeben werden; welche Abnutzung derselben eintrete, sei unwesentlich, wenn sie nur anfangs richtig wären.

Hierzu bemerkt der Vorsitzende, dass dadurch einerseits einer Degeneration des Gewindes der Weg geebnet werden würde, andererseits aber auch eine theilweise unerfüllbare Forderung gestellt würde. Schneideisen z. B. direkt zu prüfen bezw. zu beglaubigen, sei unmöglich, da man in das Innere derselben auf keine Weise sich einen Einblick verschaffen könne; man vermöge lediglich aus dem Erzeugniss eines solchen einen Schluss auf dessen Richtigkeit ziehen; jeder Praktiker aber werde zugeben, dass ein solcher indirekter Schluss in Folge des Mitwirkens ganz unkontrolirbarer Nebenumstände sehr trügerisch sein könne. (Dies wird von Herrn Heyne lebhaft bestätigt.) Er weist dann auf den Unterschied hin, den die Behörden zwischen Beglaubigung und Prüfung machen. Die Beglaubigung stelle fest, dass der betreffende Gegenstand gewisse Fehlergrenzen innehalte und könne daher nur unter der Voraussetzung erfolgen, dass er dieselben bei richtigem Gebrauche nicht überschreiten werde; die Prüfung enthalte hiergegen eine Bescheinigung über den gegenwärtigen Zustand des Gegenstandes unter zahlenmässiger Angabe etwaiger Fehler. Zur Beglaubigung können daher auf Grund amtlicher Bestimmungen auch nur bestimmte Klassen von Gegenständen zugelassen werden, während eine Prüfung an irgend welche Grenzen nicht gebunden sei und z. B. in Streitfällen auch direkt auf Fabrikschrauben selbst ausgedehnt werden könne. Bei den eigentlichen Werkzeugen, zu denen man Bohrer sowohl wie Schneideisen zu rechnen habe, wäre jedoch selbst bei nur mässigem Gebrauch obige Voraussetzung hinreichender Unveränderlichkeit nicht als zutreffend zu erachten.

Im besonderen Hinblick auf die Backenbohrer von nicht normalem Durchmesser warnt er davor, vorschnell eine Beglaubigung zuzulassen; so leicht es sei, dies im Bedürfnissfalle nachträglich zu thun, so schwer sei es später, ein solches Zugeständniss zurückzuziehen.

In Folge dessen beantragt Herr Direktor Peters:

Die Versammlung beschliesst, vorläufig auf eine Beglaubigung von Backenbohrern, deren Durchmesser den Sollwerth überschreitet, zu verzichten und die Schraubenkommission der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik damit zu beauftragen, diese Frage zu studiren und bei einer nächsten Zusammenkunft zu berichten.

Dieser Antrag findet keinen Widerspruch und der Vorsitzende schliesst die Erörterungen über diesen Gegenstand.

Die Versammlung tritt ein in die Diskussion über die Aufstellung von Normalien für

IV. Bolzenlängen, Kopfdurchmesser u. s. w.

Der Vorsitzende betont entgegen der Ansicht des Herrn Professor Thury, derartige Festsetzungen seien überflüssig, dass man gerade dadurch die Fabrikanten in den Stand zu setzen hoffe, Schrauben auf Lager zu arbeiten; alsdann könnten die Werkstätten-Inhaber dieselben in kleineren Posten, billiger und schneller als bisher beziehen.

Herr Direktor Peters erklärt zu Protokoll:

Der Verein deutscher Ingenieure kann sich an dieser Debatte nicht betheiligen, da seine Delegirten sich nicht vorher über ihre Stellungnahme besprochen haben und die Nothwendigkeit derartiger Festsetzungen z. Z. noch nicht beurtheilen können.

Herr Professor Hubbuch weist darauf hin, dass auch bei den grossen Schrauben derartige Vorschriften aufgestellt seien, die namentlich dem Konstrukteur zu Gute kämen; deswegen wäre die Betheiligung der Delegirten des Vereins deutscher Ingenieure sehr erwünscht.

Demgegenüber erklärt Herr Professor Bach, dass hierbei wesentlich auch die Frage der Durchmesser der im Handel zu habenden Rundstäbe sowie andere Faktoren, deren Erörterung hier zu weit führen würde, in Betracht kommen; da die gemachten Vorschläge betr. Kopfdurchmesser u. s. w. den Vertretern des Vereins deutscher Ingenieure noch nicht vorgelegen haben, so könnten sie sich, wie Herr Peters bereits ausgeführt, an der Debatte nicht betheiligen.

Herr Raabe ist von der Wichtigkeit derartiger Normen überzeugt; bei Siemens & Halske seien solche bereits in den Konstruktionsbureaux eingeführt. Wegen der Schwierigkeit des Gegenstandes schlägt er vor, denselben einem engeren Ausschusse zur Vorberathung zu überweisen, welcher morgen an die Versammlung zu berichten habe.

Diesem Vorschlage stimmt die Versammlung zu.

V. Prüfung und Beglaubigung von Schneidzeugen und Bohrern.

Die Vorberathungen über diesen Punkt werden auf Antrag des Vorsitzenden demselben Ausschusse überwiesen, in welchen ausser den Vertretern der Reichsanstalt, die Herren Delisle, Heyne, Professor Hubbuch, Landolt, Raabe, Reichel, Reinecker, Professor Thury gewählt werden. Der zuletzt Genannte erklärt ausser Stande zu sein, sich an den Arbeiten der Kommission zu betheiligen.

Somit sind die einzelnen Punkte der Tagesordnung vorläufig erledigt; da jedoch die Versammlung auf eine Frage des Vorsitzenden sich bereit erklärt, noch weiter zu berathen, so bittet derselbe etwaige fernere Wünsche zur Besprechung zu bringen.

Herr Pensky fragt die Vertreter des Vereins deutscher Ingenieure, welche Schritte der Verein zu ergreifen gedenke, um die Normalität seiner Gewinde zu erhalten.

Herr Delisle antwortet, dass der Verein hierin gemeinsam mit den Mechanikern vorzugehen beabsichtige, obgleich für ihn die Angelegenheit sich dadurch komplizire, dass es im Maschinenbau drei Qualitäten von Schrauben gebe. Von Wichtigkeit sei zuförderst die Frage der Einführung der Gewinde; hierbei thue es die blosse Ueberzeugung von deren Güte nicht, sondern es sei unbedingt nothwendig, dass die Behörden vorangingen und so einen gewissen Druck auf die Fabrikation ausüben.

Herr Raabe hofft, dass dies für die Mechanikergewinde geschehen werde; das Reichspostamt z. B. habe sehr reges Interesse für diese Frage.

Herr Vesper erklärt, zu bindenden Eröffnungen in dieser Hinsicht nicht autorisirt zu sein; er glaube jedoch versichern zu können, dass seine Behörde der Angelegenheit durchaus freundlich gegenüber stehe.

Der Vorsitzende versichert, die Reichsanstalt sei bereit, sich bei den Behörden sowohl für das Mechanikergewinde, wie für dasjenige des Vereins deutscher Ingenieure zu verwenden.

Darauf regt Herr Raabe an, ob es sich nicht empfehle, bei Gelegenheit des internationalen Ingenieurkongresses in Chicago für diese Gewinde Propaganda zu machen.

Herr Direktor Peters theilt mit, dass hierfür in Amerika ein sehr ungünstiger Boden vorhanden sei, indem dort für grössere Schrauben englischen Maasssystems bereits ziemliche Einheitlichkeit erzielt sei.

Herr Raabe und Herr Gebbert versichern, dass dies für kleinere Schrauben durchaus nicht der Fall sei.

Herr Stutz befürchtet, dass man in Amerika sich sehr heftig gegen den Winkel von 53° 8′ sträuben werde; nach seinen Erfahrungen sei man dort durchaus für 60°; in dieser Hinsicht solle man sich keinen Illusionen hingeben.

Herr Delisle ist der Ansicht, dass mit dem Zollmaasse in Amerika auch das jetzt gebräuchliche Gewindesystem fallen würde und dies lediglich eine Frage der Zeit sei. Der Winkel bilde bei der dann erforderlichen durchgreifenden Neugestaltung kein wesentliches Hinderniss mehr; dass 53° 8′ den Vorzug vor 60° verdienen, beweise der Vorgang der Firma Ducommun, welche auf Veranlassung des Herrn Steinlen zum Winkel von 53° 8′ übergegangen sei; dieser Herr werde gewiss triftige Gründe dafür gehabt haben, von 60° abzugehen.

In Erwiederung bemerkt Herr Stutz: dass die Firma Ducommun, die er hier vertrete, vom Winkel von 60° abgewichen und einen Winkel von 53° 8′ angenommen habe, beruhe auf einem Irrthum. Der von Herrn Steinlen angenommene Vorschlag eines Winkels von 53° 8′ sei wahrscheinlich bloss der Einheitlichkeit wegen erfolgt, er sei jedoch auf dem Papier geblieben. Die Firma arbeite nur mit 60° und das aus triftigen, praktischen, weniger aus finanziellen Gründen.

Die Herren Dr. Nippoldt und Pensky theilen mit, dass in Amerika und England die Anhänger des metrischen Maasssystems sehr an Boden gewinnen.

Herr Stutz zweifelt sehr daran. Er stützt sich auf seine Erfahrungen in Amerika und auf die Verhandlungen des Vereins amerikanischer Maschinen-ingenieure. Die Aeusserungen dieses maassgebenden Vereins seien klar und finden sich in den Publikationen des Vereins: *Transactions American Society of Mechanical Engineers.*

Herr Raabe hat bei kleineren Schrauben amerikanischen Ursprungs noch spitzere Winkel als 53° 8′ gefunden.

Herr Gebbert zweifelt nicht daran, dass die amerikanische Feintechnik, welche eine Tochter der deutschen sei, sich dem Vorgehen Deutschlands anschliessen werde.

Der Vorsitzende versichert, dass man die soeben angeregte Frage unausgesetzt im Auge behalten werde und schliesst die Sitzung um 5¾ Uhr.

III. Sitzung. Dienstag, den 6. Dezember 1892, 1½ Uhr Nachmittags.

Herr Professor Dr. Leman theilt nach Eröffnung der Sitzung mit, dass der engere Ausschuss seine Arbeiten beendigt und ihm das Referat dafür übertragen habe; ein ausführlicher Bericht über diese Verhandlungen werde in einiger Zeit verfasst werden (Vgl. B. *S. 54*); vorläufig habe nur eine Zusammenstellung der Ergebnisse ihrer Berathungen gemacht werden können, die von allen Mitgliedern der Kommission unterzeichnet sei. (Vgl. *Anl. 2 S. 57*).

Dieses Schriftstück wird von Herrn Blaschke verlesen; der Vorsitzende bittet zunächst, sich über die Frage der Bolzenlängen u. s. w. zu äussern. Da Niemand das Wort ergreift, so erklärt der Vorsitzende den Vorschlag der Kommission:

> *„Die Reichsanstalt zu ersuchen, in Gemeinschaft mit der Schraubenkommission die Vorschläge in systematischer Weise zusammenzustellen und auf Grund der erhaltenen, auch für den Konstrukteur werthvollen Formeln Normen aufzustellen, deren Innehaltung den Schraubenfabrikanten zu empfehlen sein würde“,*

für angenommen.

Auch gegen den Antrag der Kommission:

> *„Die Normirung der Fehlergrenzen der Reichsanstalt unter Anhörung der Schraubenkommission, eventuell auf Grund noch anzustellender Versuche zu überlassen“*

erhebt sich kein Widerspruch.

Nunmehr weist der Vorsitzende nochmals darauf hin, dass nach der einstimmigen Ansicht der Kommission für die Beglaubigung nur solche Gegenstände in Frage kommen dürfen, welche ideale Abbilder der Normalschrauben sein sollen, dass Werkzeuge aber auszuschliessen seien, weil sie die richtigen Grössen dauernd nicht innehalten können; hierfür wäre nur eine Prüfung möglich.

Auf eine Frage des Herrn Henzi erklärt der Vorsitzende ferner, dass Normalmuttern selbständig weder beglaubigt noch geprüft werden können, weil ihr Inneres nicht zugänglich sei; eine Prüfung derselben könne sich höchstens darauf erstrecken, ob sie sich auf das zugehörige Bolzengewinde leicht und doch ohne Wackeln aufschrauben lassen. Hierbei spiele jedoch das subjektive Ermessen eine sehr grosse Rolle.

Die Herren Henzi und Peters halten ein solches Verfahren für die Praxis für völlig ausreichend, solche Muttern aber auch zur Prüfung der Fabrikserzeugnisse selbst für sehr werthvoll.

Nachdem der Vorsitzende darauf hingewiesen hat, dass der Kommissionsbeschluss die Zulassung solcher Muttern im Bedürfnissfalle ja nicht ausschliesst

und noch einige Einwendungen von Seiten des Herrn Dr. Nippoldt, die sich auf das eventuelle Auf- oder Anschneiden der Mutter beziehen, durch den Hinweis entkräftet hat, dass einerseits dabei das Prüfstück seinen Zweck verliere, andererseits trotzdem eine einwandfreie Messung nicht erreichbar wäre, erklärt er, da Niemand mehr das Wort verlangt, auch diese Angelegenheit für erledigt im Sinne der Kommissionsbeschlüsse. Damit ist der von Herrn Direktor Peters in der zweiten Sitzung gestellte Antrag (vergl. S. 50) gegenstandslos geworden.

Da somit die Tagesordnung erschöpft ist, so bittet der Vorsitzende, bevor er die Verhandlungen schliesse, etwaige weitere Angelegenheiten noch vorbringen zu wollen.

Herr Dr. Nippoldt bittet den Vorsitzenden um Aufschluss, warum in dem Zirkular der Reichsanstalt nicht auf die Schraubendurchmesser unter 1 *mm* Rücksicht genommen sei, da doch die in Frankfurt angenommene Reihe bis zu dem Durchmesser von 0,6 *mm* reiche.

Herr von Liechtenstein meint, dass diese Gewinde hauptsächlich in der Uhrmacherei Anwendung finden. Zur Herstellung derartiger kleinster Schrauben seien ganz spezielle Hilfsmittel unumgänglich, über welche die Reichsanstalt nicht verfüge. Letztere würde daher wohl die Prüfung übernehmen können, nicht aber, wie bei den Schrauben für die Feintechnik, zur Herstellung von Normalien die Hand zu bieten in der Lage sein.

Hierauf antwortet Herr Dr. Nippoldt, dass solche kleine Durchmesser keineswegs ausschliesslich in der Uhrmacherei, sondern auch in der Feinmechanik z. B. bei der Anfertigung von Aneroiden, Pedometern u. s. w. vorkämen. Wolle man jetzt diese kleineren Durchmesser unberücksichtigt lassen, oder überhaupt aus der Reihe der Gewinde der Feintechnik streichen, so könnte dies nach den Festsetzungen der Frankfurter Versammlung nur durch einen jetzt zu fassenden gegentheiligen Beschluss geschehen.

Herr Hartmann will zwar die Bedeutungslosigkeit dieser feineren Schrauben nicht unbedingt zugeben und erinnert an ihr Vorkommen bei feinen elektrotechnischen Messinstrumenten, sowie bei Aneroiden, hält aber ebenfalls die Festsetzung von Normen für dieselbe zunächst nicht für so wichtig, dass darauf schon jetzt Rücksicht zu nehmen sei.

Herr Raabe betont, dass auch in manchen Zweigen der Feinmechanik solch kleine Schrauben Verwendung finden; darum solle die Schraubenkommission hierüber eine Verständigung mit den maassgebenden Kreisen der Uhrmacherei herbeizuführen versuchen.

Herr Dr. Krüss weist auf das Vorgehen des Vereins deutscher Ingenieure hin; gerade so, wie diese Herren den Anschluss an das Mechanikergewinde gewonnen hätten, müssten die Mechaniker sich mit den Uhrmachern ins Einvernehmen zu setzen suchen. Sache der Uhrmacher werde es nunmehr sein, sich ein einheitliches Gewinde zu schaffen.

Dem stimmt Herr Gebbert zu.

Der Vorsitzende erklärt, dass die Gewinde von 2 *mm* abwärts gerade mit Rücksicht auf einen solchen Anschluss normirt worden seien.

Herr Professor Hubbuch hat wenig Hoffnung auf Erzielung eines Einverständnisses. Die Kleinuhrmacherei habe ihren Schwerpunkt in der Schweiz, die dort gebrauchten Gewinde müssten von allen Uhrmachern der Erde geführt werden.

Herr Raabe hält es für möglich, beim Bezuge von Uhren einen Druck auf die Schweizer Fabrikanten auszuüben. Dies wird von mehreren Seiten bestritten.

Herr Henzi theilt mit, dass bereits jetzt von der Firma Müller & Schweizer in Solothurn für den Gebrauch der Uhrmacher eine Reihe von Gewinden in den Handel gebracht werde, welche sich sehr gut an die soeben beschlossene anschliesse. Dieselbe steige in gleichmässiger Abstufung um 0,05 *mm* vom Durchmesser 2,00 *mm* bis zu 0,30 *mm* herab, die Ganghöhe betrage bei den grösseren $^1/_5$, bei den kleineren $^1/_4$ des Durchmessers, der Gangformwinkel sei allerdings 48°.

Der Vorsitzende stellt fest, dass diese Reihe sich in der That sehr gut an das Gewinde der Feinmechanik anschliesse; die Abweichung im Gangformwinkel komme bei so kleinen Abmessungen gar nicht in Betracht; man dürfe bei diesen Dimensionen auf die Gangform überhaupt kein Gewicht mehr legen; somit sei auch die Frage der Gewinde von weniger als 1 *mm* Durchmesser zur Zufriedenheit erledigt.

Herr Dubied ergreift nochmals das Wort, um, vorbehaltlich der Zustimmung des Vereins schweizerischer Maschinenindustrieller, im Namen seiner Landsleute seiner Freude über die erzielte Verständigung Ausdruck zu verleihen. Auch in seinem Vaterlande sei der Mangel eines praktischen, wirklich metrischen Gewindes längst schwer empfunden worden. Er gebe sich daher der Ueberzeugung hin, dass das neue deutsche Gewinde auch dort schnell allgemeinen Eingang finden werde.

Nach einigen Dankesworten seitens verschiedener Vertreter von Behörden und Vereinen an die Adresse der Reichsanstalt sowie des Herrn Professor Hubbuch an den Vorsitzenden, schliesst dieser um 3 Uhr die Berathungen, indem er der Versammlung für ihre angestrengte und erfolgreiche Thätigkeit den Dank der Reichsanstalt ausspricht.

V. w. o.

Der Vorsitzende: Leman. Der Schriftführer: Blaschke.

B. Verhandlungen des engeren Ausschusses.

Anwesend: Die Herren Delisle, Heyne, Professor Hubbuch, Landolt, Raabe, Reichel, Reinecker, Prof. Dr. Leman, Franc v. Liechtenstein, Blaschke.

Vorsitzender: Prof. Dr. Leman. Schriftführer: Blaschke.

1. Sitzung. Montag, den 5. Dezember 1892, 6 Uhr Nachm.

I. Der Vorsitzende stellt zuerst die Abmessungen der Bolzen und Köpfe zur Diskussion. Wenn diese Frage gegenüber derjenigen nach Durchmesser und Ganghöhe relativ unwichtig sei, so hätte sie doch für den Handel und den Konstrukteur Bedeutung. Es werde sich empfehlen, die Abmessungen möglichst gross zu wählen, weil dann der Mechaniker im Bedarfsfalle stets in der Lage sei, dieselben zu verkleinern. Er legt die Tafeln vor, auf welchen die Reichsanstalt die bei verschiedenen Firmen gebräuchlichen Abmessungen durch Muster zur Anschauung gebracht hat.

Herr Raabe erläutert die bei der Firma Siemens & Halske üblichen Formeln, welche sich sehr gut bewährt haben.

Herr Reinecker hält die Köpfe dieser Reihe für zu stark; hierin zu weit zu gehen, erschwere die Fabrikation, weil alsdann zu viel Material wegzuschaffen sei.

Herr Heyne schliesst sich dieser Auffassung an; nur versenkte Schrauben brauchten Köpfe von solchem Durchmesser.

Herr Professor Hubbuch hat seinerseits Vorschläge ausgearbeitet, die er dem Ausschusse unterbreitet; er weist darauf hin, dass eine Formel dem Konstrukteur grosse Erleichterungen bieten würde; auch solle man die Abmessungen der Kopfschnitte in Betracht ziehen.

Der Vorsitzende meint, dass die Aufstellung solcher Formeln auf Grundlage des vorliegenden Materiales wohl ruhig der Reichsanstalt überlassen werden könne, und der Ausschuss beschliesst im Einverständniss hiermit, die Reichsanstalt zu ersuchen, in Gemeinschaft mit der Schraubenkommission die Vorschläge in systematischer Weise zusammenzustellen und auf Grund der erhaltenen, auch für den Konstrukteur werthvollen Formeln Normen aufzustellen, deren Innehaltung den Schraubenfabrikanten zu empfehlen sein würde.

II. Der Vorsitzende leitet hierauf die Besprechung über die Fehlergrenzen ein durch Verlesung einer von ihm ausgearbeiteten kurzen Darlegung über diesen Gegenstand (vergl. *Anlage 1 S. 56*). Dieselbe behandle nur die rein geometrischen Verhältnisse bei dieser Frage und stelle keinen bestimmten Vorschlag dar, sondern solle nur als orientirende Grundlage für einen solchen dienen. Es könne geltend gemacht werden, dass hierbei auch Erwägungen bezüglich der Festigkeit ins Spiel kämen. Demgegenüber müsse er jedoch hervorheben, dass in dieser Beziehung lediglich das praktische Gefühl entscheiden könne. Bei jeder Deformation des Gewindes treten neben den einfachen Beanspruchungen des Gewindeprofiles auf Biegung und Abscheeren auch noch Tangentialspannungen ein, welche sich jeder theoretischen Behandlung entzögen. Seine persönliche Ansicht ginge dahin, dass eine mässige Abweichung vom genauen Zusammenpassen zwischen Bolzen und Mutter die Festigkeit der Verbindung nicht merklich beeinträchtigen werde. Die Frage sei auch bereits in der Schraubenkommission zur Vorbesprechung gelangt und habe zu einzelnen Vorschlägen geführt, die aber noch nicht genügend feste Gestalt gewonnen hätten, um hier zur Beschlussfassung vorgelegt werden zu können.

Herr Raabe überreicht gleichfalls einen solchen Vorschlag und erläutert denselben, fügt aber sogleich hinzu, dass ihm nach inzwischen erfolgter Rücksprache mit dem Vorsitzenden, dem in seiner besonderen Eigenschaft als Leiter der präzisionsmechanischen Unterabtheilung der Reichsanstalt ein maassgebendes Urtheil zugestanden werden müsse, selbst noch mancherlei Bedenken gegen seinen eigenen Vorschlag entstanden seien.

Mit der Bitte an die Theilnehmer; die Frage bei sich selbst noch weiter erwägen zu wollen, vertagt der Vorsitzende die Sitzung um $^3/_4$7 Uhr auf Dienstag Vormittag.

2. Sitzung. Dienstag, den 6. Dezember 1892, $9^1/_2$ Uhr Vorm.

Der Vorsitzende theilt mit, dass er bei persönlichem Meinungsaustausch mit verschiedenen Theilnehmern der Kommission durchweg der Ansicht begegnet sei, eine bestimmte Verständigung über den in der vorigen Sitzung zu erörtern begonnenen Punkt werde sich auf Grund des vorliegenden reinen Zahlenmateriales nicht wohl herbeiführen lassen. Man könne sich eben ganz in abstracto kaum ein Urtheil darüber bilden, wie weit ohne allzuerhebliche Schwierigkeiten sich die Genauigkeit bezüglich der Herstellung sowohl als der Messung werde treiben lassen. Um einer Degeneration der Gewinde vorzubeugen, müsse doch darauf gehalten werden, die Abweichungen auf das erreichbar kleinste Maass zu beschränken. Die kompetenteste Stelle zur Entscheidung hierüber sei schliesslich doch wohl die die Prüfungen ausführende Reichsanstalt selbst, der ja auch bezüglich der rein technischen Seite der Frage der bewährte Rath der Schraubenkommission zur Verfügung stehe.

Herr Heyne unterstützt diese Darlegung, und die Kommission beschliesst demgemäss, die Normirung der Fehlergrenzen der Reichsanstalt nach Anhörung der Schraubenkommission ev. auf Grund noch anzustellender eingehender Versuche zu überlassen.

III. Viel wichtiger und im Rahmen der Kommissionsarbeit auch ausführbar sei es, so fährt der Vorsitzende fort, über den bereits im Plenum berührten Punkt völlig

klar zu werden, welche Gegenstände zur Prüfung oder Beglaubigung zuzulassen wären. Es scheine ihm durchaus rathsam, gehärtete Bohrer von der Beglaubigung auszuschliessen, wegen der schnellen Formveränderung, welcher dieselben unterworfen sind. Er geht nochmals ausführlich auf den Unterschied zwischen Prüfung und Beglaubigung ein und kommt zu dem Schlusse, dass nur Muster, nicht aber Arbeitsstücke für eine Beglaubigung in Betracht kommen können. Unter den Mustern seien drei Sorten zu berücksichtigen:

1. Muster in Bolzenform, welche das Gewinde vollkommen darstellen;
2. Lochlehren, welche nur den äusseren Durchmesser des Gewindes repräsentiren;
3. Sägeförmige Lehren nach Reinecker für die Ganghöhe und die Gangform.

Nummer 2 und 3 zusammen ersetzen ein Muster Nr. 1. Die Beglaubigung dieser Muster Nr. 1 erscheine ihm vor Allem dringlich.

Herr Delisle fragt, ob solche Muster, welche naturgemäss aus weichem Material herzustellen wären, sich nicht durch den Gebrauch rasch verändern.

Herr Raabe versichert, dass an den Normalen von Siemens & Halske, welche länger als 20 Jahre benutzt wurden, sich noch keine Veränderung gezeigt hätte. Dieselben dienten eben nur als Prototype, mit denen von Zeit zu Zeit die in den Werkstätten befindlichen Normale verglichen würden.

Der Vorsitzende stellt fest, dass sich gegen seine Ausführungen kein Widerspruch erhoben habe; somit sei die eigentliche Aufgabe des Ausschusses erledigt; über die Ergebnisse der Verhandlungen werde ein kurzer schriftlicher Bericht an das Plenum verfasst werden (vgl. *Anlage 2*), zu dessen Unterzeichnung er die Mitglieder bitte, sich um $12^3/_4$ Uhr im Versammlungslokale einzufinden. Er glaubt jedoch, dass es zweckmässig sei, wenn der Ausschuss kurz sich mit einer anderen Frage befasse, die nicht streng zu seiner Kompetenz gehöre, nämlich mit den Bewegungsschrauben.

Die Mitglieder sind einstimmig der Ansicht, dass die Schraubenkommission unter Leitung der Reichsanstalt diesen Gegenstand zunächst zu bearbeiten und dann einer ähnlichen Versammlung wie der z. Z. tagenden vorzulegen haben werde.

In gleichem Sinne äussert man sich betreffs der Rohrgewinde, welche Herr Raabe zur Sprache bringt, indem er mittheilt, dass dem Vernehmen nach einige Mikroskopfabrikanten unter sich in dieser Frage sich geeinigt hätten*); deswegen sei, damit dort nicht grundsätzlich abweichende Normen geschaffen würden, diese Angelegenheit dringlich und man solle die sogenannte Rohrkommission der Deutschen Gesellschaft zuziehen.

Schluss 11 Uhr.

V. w. o.

Der Vorsitzende: Leman. Der Schriftführer: Blaschke.

Anlage 1.

Zur Beurtheilung der Fehlergrenzen bei Befestigungsschrauben.

Soll eine Schraube, welche zwar den normalen äusseren Durchmesser d, aber an Stelle der normalen Ganghöhe h eine um g *mm*, bez. γ Prozent fehlerhafte besitzt, in eine Mutter von normaler Ganghöhe eingeschraubt werden, so ist dies nur möglich, wenn die Mutter statt des normalen Durchmessers einen etwas grösseren erhält. Von der Grösse e der Erweiterung hängt dann die Anzahl n der ohne Zwang einschraubbaren Gänge durch die Beziehung ab:

$$e = 2\,ng \qquad \text{bez.} \qquad e = \frac{2\,n\,h\,\gamma}{100}.$$

*) Anmerkung der Reichsanstalt. Nach den hier vorliegenden Informationen ist in jüngster Zeit ein Einvernehmen lediglich über diejenige Schraube an photographischen Apparaten herbeigeführt worden, welche zur Verbindung der Kamera mit dem Stative dient.

Bezeichnet dann t die Breite der Berührung zwischen den Gangflanken des Bolzens und der Mutter, radial gemessen, dann ist

$$t = t_0 - {}^1/_2\, e,$$

wo t_0 die Breite bei normalem Zusammenpassen, also die Gangtiefe bedeutet.

Folgende Zusammenstellung ist unter der Annahme berechnet, dass die Anzahl n der einschraubbaren Gänge gleich derjenigen a ist, welche auf einem Bolzen von einer Länge gleich dem dreifachen des äusseren Durchmessers Platz finden.

d				$g = 0{,}005$ *mm*			$\gamma = 1{,}00\%$			$t/t_0 = {}^2/_3 = 0{,}67$		
mm	h *mm*	a	t_0 *mm*	e *mm*	t *mm*	t/t_0	e *mm*	t *mm*	t/t_0	$t = e$ *mm*	g *mm*	γ %
10	1,4	21,4	1,05	0,22	0,94	0,90	0,60	0,75	0,71	0,70	0,017	1,17
9	1,3	20,8	0,97	21	87	90	54	70	72	65	16	1,20
8	1,2	20,0	0,90	20	80	89	48	66	73	60	15	1,25
7	1,1	19,1	0,82	19	72	88	42	61	74	55	14	1,31
6	1,0	18,0	0,75	18	66	89	36	57	73	50	14	1,39
5,5	0,9	18,3	0,67	19	58	87	33	51	76	45	12	1,37
5	0,8	18,8	0,60	19	50	83	30	45	75	40	11	1,33
4,5	0,75	18,0	0,56	18	47	84	27	43	77	37	10	1,37
4	0,7	17,1	0,52	17	43	83	24	40	77	35	10	1,46
3,5	0,6	17,5	0,45	18	36	80	21	35	78	30	9	1,43
3	0,5	18,0	0,37	18	28	76	18	28	76	25	7	1,39
2,6	0,45	17,3	0,34	18	25	74	16	26	76	23	7	1,47
2,3	0,4	17,3	0,30	18	21	70	14	23	77	20	6	1,45
2	0,4	15,0	0,30	15	22	73	12	24	80	20	5	1,33
1,7	0,35	14,9	0,26	15	18	70	10	21	81	17	6	1,67
1,4	0,3	14,0	0,22	14	15	70	08	18	82	15	5	1,78
1,2	0,25	14,4	0,19	15	12	63	07	15	79	13	5	1,81
1	0,25	12,0	0,19	0,12	0,13	0,68	0,06	0,16	0,84	0,13	0,005	2,17

Anlage 2.

Verhandelt in dem engeren Ausschuss der Münchener Schraubenkonferenz vom 5. und 6. Dezember 1892.

Anwesend: Die Herren Oberingenieur Delisle, Heyne, Prof. Hubbuch, Präsident Landolt, Raabe, Reichel, Reinecker, Prof. Dr. Leman, Franc von Liechtenstein, Blaschke.

Die Abmessungen der Schraubenköpfe und Bolzen werden zunächst in Berathung gezogen. An der Hand derjenigen Materialien, welche die Reichsanstalt nach Angaben verschiedener Werkstätten hat herstellen lassen, sowie einer Zeichnung des Herrn Prof. Hubbuch beschliesst der Ausschuss, die Reichsanstalt zu ersuchen, in Gemeinschaft mit der Schraubenkommission die Vorschläge in systematischer Weise zusammenzustellen und auf Grund der erhaltenen, auch für den Konstrukteur werthvollen Formeln Normen aufzustellen, deren Innehaltung den Schraubenfabrikanten zu empfehlen sein würde.

Darauf geht man über zur Berathung über die Beglaubigung und die Fehlergrenzen von Normalien.

Auf Grund eines Vorschlages von Herrn Professor Dr. Leman beschliesst der Ausschuss, die Normirung der Fehlergrenzen der Reichsanstalt nach Anhörung der

Schraubenkommission eventuell auf Grund noch anzustellender eingehender Versuche zu überlassen und sich nur mit der Frage zu befassen, welche Normalien für eine Beglaubigung in Aussicht zu nehmen sind. Prof. Dr. Leman erörtert den Unterschied zwischen Beglaubigung und Prüfung und erweckt dadurch in der Kommission die Ueberzeugung, dass zur Beglaubigung nur solche Muster, Lehren u. dergl. zugelassen werden sollen, von denen unzweifelhaft feststeht, dass sie durch den Gebrauch eine stärkere Veränderung der Form nicht erfahren können, dass insbesondere Werkzeuge zwar einer Prüfung aber nicht einer Beglaubigung unterworfen werden sollen. Als Normalien, welche zunächst in Betracht kommen, werden Muster von Gewinden in Aussicht genommen, wobei es nicht ausgeschlossen sein soll, dieses Gebiet auf Grund eintretender Bedürfnisse zu erweitern.

G. G. G.

München, den 6. Dezember 1892.

(gez.) Carl Delisle, Johannes G. Reinecker, Hubbuch, Georg Heyne, Robert Landolt, C. Reichel, C. Raabe, Leman, Fr. Franc v. Liechtenstein, Blaschke.

Ueber ein Hilfsinstrument zur Bestimmung der Korrektion für den herausragenden Faden beim Thermometer.

Von
Alfons Mahlke,
wissenschaftlicher Hilfsarbeiter a. d. Physik.-Techn. Reichsanstalt.

Im Februarheft des vorigen Jahrganges dieser Zeitschrift befindet sich ein Referat[1]) über ein von Guillaume angegebenes Mittel, die Korrektion für den herausragenden Faden beim Thermometer zu bestimmen. Dieses besteht darin, dass mit dem Thermometer zugleich ein zum Theil mit Quecksilber gefülltes einfaches Rohr in das Temperaturbad getaucht wird, so dass die darin enthaltene Quecksilbersäule um dasselbe Stück hervorragt wie der Faden des Thermometers. Das Rohr muss mit einer Temperaturtheilung versehen sein, die bei völligem Eintauchen desselben in Temperaturbäder hergestellt worden ist. Alsdann ist die Korrektion für den herausragenden Faden gegeben durch die Differenz der Ablesungen am Thermometer und am Rohre, multiplizirt mit dem Verhältnisse der Gradlänge am Rohre zu derjenigen am Thermometer.

Diese Lösung des vorliegenden Problems bereitet nun bei ihrer praktischen Ausführung insofern Schwierigkeiten, als die Theilung am Korrektionsrohr sehr geringe Dimensionen besitzt, so dass 100° derselben selbst bei einem 20 *cm* langen Rohr nur 3 *mm* ausmachen. Das Hilfsinstrument muss deswegen, um eine hinreichende Genauigkeit zu erzielen, durch ein Fernrohr mit Fadeneinstellung abgelesen werden, wie dies von Guillaume geschehen ist. Schon in dem oben angeführten Referat hat Sprung darauf aufmerksam gemacht, dass diese Schwierigkeit vermieden werden kann, indem man sich an Stelle des Rohrs eines richtigen Thermometers bedient, das heisst also, dass man das Korrektionsrohr dort, wo die Temperaturtheilung beginnt, in einer feinen Kapillare fortsetzt. Hierdurch werden die Grade desselben so viele Male vergrössert, wie die Kapillare

---

[1]) *Diese Zeitschrift 1891. S. 69.* Praktische Lösung des Problems des herausragenden Fadens beim Thermometer, unter Anwendung eines Korrektionsrohres, von Ch. Ed. Guillaume. Referent: Dr. A. Sprung.

enger als das Rohr ist. Nach der in dem Referate angegebenen Formel lässt sich dann die gesuchte Korrektion bestimmen, doch ist die Rechnung erst mittels mehrfacher Annäherungen durchzuführen, ein Umstand, welcher der allgemeinen Anwendung eines solchen Hilfsinstrumentes in Laboratorien oder in technischen Betrieben hinderlich sein würde.

Im Folgenden wird eine Abänderung dieser Formel gegeben, die es ermöglicht, die Korrektion für den herausragenden Faden direkt zu berechnen, und dem Instrument eine solche Ausführung zu geben, dass an ihm die gesuchte Grösse unmittelbar abgelesen werden kann.

Es sei zunächst vorausgesetzt, dass das Hilfsinstrument, wie Guillaume vorgeschlagen, ein einfaches Rohr sei, und es soll wie in dem oben angeführten Referat bedeuten:

T die zu messende Temperatur,

T' die Temperatur, welche das Thermometer anzeigt (dieses soll im Folgenden als „Hauptthermometer" bezeichnet werden, das Hilfsinstrument zum Unterschiede hiervon als „Fadenthermometer"),

t' die vom Fadenthermometer angegebene Temperatur,

τ die mittlere Temperatur des herausragenden Fadens (bei beiden Instrumenten gleich gross),

L diejenige Länge, welche der im Temperaturbade befindliche Theil des Hauptthermometers annähme, wenn das Quecksilber des Gefässes in einer zylindrischen Verlängerung seines Rohres untergebracht würde,

l die Länge des vom Fadenthermometer in das Temperaturbad eintauchenden Theiles,

r die Länge des herausragenden Fadens, eine Grösse, welche für beide Instrumente die gleiche ist.

Die drei letzten Grössen mögen zur Vermeidung unnöthiger Rechnungen nicht in Millimetern, sondern in Graden des Hauptthermometers ausgedrückt sein. Auch für L ist dies sehr einfach, wenn man bedenkt, dass sich n solcher Grade unterhalb vom Nullpunkte des Hauptthermometers befinden, wenn $1/n$ den relativen Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers in der für das Instrument benutzten Glassorte bedeutet.

Bei diesen Annahmen ist die mittlere Temperatur der im Hauptthermometer befindlichen Quecksilbermasse:

$$T' = \frac{LT + r\tau}{L + r} \text{*)}, \quad \ldots \ldots \quad 1)$$

und die gesuchte Korrektion:

$$c = T - T'. \quad \ldots \ldots \quad 2)$$

Desgleichen ist

$$t' = \frac{lT + r\tau}{l + r} \text{*)} \quad \ldots \ldots \quad 3)$$

die mittlere Temperatur des im Fadenthermometer befindlichen Quecksilbers.

Aus diesen drei Gleichungen leitet Sprung die Formel 4)

$$c = (T - t')\frac{l + r}{L + r}$$

her.

*) Diese Formeln haben zur Voraussetzung, dass bei verschiedenen Temperaturen die relative Ausdehnung des Quecksilbers im Glase die gleiche sei; dieselbe ändert sich aber um einen für vorliegenden Zweck genügend kleinen Betrag, solange das Quecksilber nicht seinem Siedepunkt sehr nahe kommt.

In dieser tritt die zu messende Temperatur T auf, die vorläufig unbekannt ist. Man ist genöthigt, für diese zunächst die vom Hauptthermometer angezeigte Temperatur T' zu setzen und T angenähert zu berechnen. Den so gefundenen Werth setzt man von Neuem in 4) ein und gelangt nach mehrfachen Wiederholungen dieser Rechnung zum Resultate.

Diese Wiederholungen lassen sich vermeiden. Multiplizirt man Gleichung 1) mit $(L + r)$ und subtrahirt von dieser die mit $(l + r)$ multiplizirte Gleichung 3), so kommt:

$$T'(L + r) - t'(l + r) = T(L - l). \quad \ldots \quad 5)$$

Es wird also:

$$T = \frac{T'(L + r) - t'(l + r)}{L - l} \quad \ldots \ldots \quad 6)$$

und

$$c = T - T' = \frac{(T' - t')(l + r)}{L - l}. \quad \ldots \ldots \quad 7)$$

Diese Formel ist mit 4) identisch, wie sich mit Hilfe von 5) leicht zeigen lässt; in dem Ausdrucke rechts treten aber nur bekannte Grössen auf, so dass man also die gesuchte Korrektion unmittelbar nach ihr berechnen kann. Es kann aber noch eine Vereinfachung angebracht werden. Rechnet man als herausragenden Faden die ganze Länge des Fadenthermometers $= r$, so wird $l = o$ und L gleich der idealen Länge des Hauptthermometers, vermindert um die des Fadenthermometers; es nimmt demnach Gleichung 7) die Gestalt an:

$$c = T - T' = \frac{(T' - t')\, r}{L}. \quad \ldots \ldots \quad 8)$$

In dem Referat ist als Beispiel angenommen: $T = 300°$, $T' = 289{,}°1$, $t' = 100°$, die Länge des Fadenthermometers $= 700$ *mm*, und, da ein Grad des Hauptthermometers 2 *mm* lang sein soll, wird $r = 350$, ebenso, da die ideale Länge des Hauptthermometers 12900 *mm*,

$$L = \frac{12900}{2} - 350 = 6100,$$

also

$$c = \frac{(289{,}1 - 100)\, 350}{6100} = 10{,}°9 = T - T'.$$

Aus Gleichung 8) erhält man also unmittelbar das gewünschte Resultat.

Vorstehende Entwicklung beruht auf der Voraussetzung, dass das Fadenthermometer ein einfaches Rohr ist. Es fragt sich, wie weit dieselbe noch Giltigkeit behält, wenn an Stelle desselben ein richtiges Thermometer benutzt wird, welches sich von gewöhnlichen Thermometern nur dadurch unterscheiden muss, dass sein Gefäss zu einem Faden langgestreckt ist, wie dies die Figur (a. S. 61) zeigt, wo H das Hauptthermometer und F das Fadenthermometer darstellt. Dies ist offenbar der Fall, wenn man F eine solche Stellung giebt, dass die einzelnen Theile der in ihm enthaltenen Quecksilbermasse genau so erwärmt werden, als wenn dieselben in einem einfachen Rohr enthalten wären und die Quecksilberkuppen beider Instrumente sich in gleicher Höhe befänden. Man wird es nun zum Zweke der Ablesung stets so einrichten, dass die Temperatur in der Umgebung der Quecksilberkuppe von H die Blutwärme nur wenig übersteigt; es wird also die Temperatur oberhalb dieser Stelle nur noch wenig und sehr langsam abnehmen, und die den Faden von F bildenden Quecksilbertheilchen werden nahezu dieselbe Temperatur haben, als wenn sie sich mit der Kuppe K vom Hauptthermometer H auf einer Höhe befänden. Es kommt demnach nur noch darauf an, das Gefäss von F in die Stellung zu bringen, welche es haben würde,

wenn F ein einfaches Rohr wäre und seine Quecksilbersäule sich bis zu gleicher Höhe wie der Faden von H hinauferstrecken sollte. Zu diesem Zwecke muss die Einschnürungsstelle von F, in der Figur mit A bezeichnet, um ein paar Grade sich unterhalb der Kuppe von H befinden, und zwar um so viele, dass alles oberhalb A befindliche Quecksilber in einer zylindrischen Verlängerung des Gefässes von F Platz hätte, wenn diese nicht höher als K hinaufreichte. Die Anzahl dieser Grade beträgt $r \cdot t'/n$; also, wenn $r = 200°$ und $t' = 250°$, so liegt die Einschnürungsstelle um 8° unterhalb der Kuppe von H. Eine genaue Einstellung ist aber nur bei Präzisionsmessungen erforderlich; für praktische Zwecke wird es in der Regel genügen, die Einschnürungsstelle A in die Nähe der Quecksilberkuppe K um etwa 5° tiefer zu bringen. Der hierbei mögliche Fehler beträgt im Maximum nur wenige Zehntelgrade. Die Formel 8) behält also auch für die zum praktischen Gebrauch abgeänderte Gestalt des Guillaume'schen Fadenthermometers ihre Giltigkeit, wenn dasselbe wie vorstehend verwandt wird.

F

H

K

A

Man kann nun zur bequemen Bestimmung der gesuchten Korrektion $T - T'$ sich eine Tabelle mit zwei Eingängen herstellen, von denen der eine die Werte $T' - t'$, der andere die Werte r/L für die gewünschten Temperaturen enthält. Noch einfacher ist es aber, an dem Fadenthermometer selbst eine Hilfstheilung anzubringen, an der sich die Korrektion unmittelbar ablesen lässt; die Grösse r/L ist nämlich noch innerhalb grosser Temperaturintervalle nahezu konstant. Nimmt man ein Intervall von 150° und berechnet für den mittleren Punkt desselben diese Grösse, so ist sie an dessen Endpunkten nur um den hundertsten Theil ihres Betrages grösser oder kleiner. Wird dieselbe innerhalb des ganzen Intervalles von 150° als konstant angenommen, so ist auch die hiernach berechnete Korrektion höchstens um ihren hundertsten Theil fehlerhaft, eine Grösse, die fast immer vernachlässigt werden kann. Da für je L/r Grade der Differenz $T' - t'$ der Temperaturablesungen beider Instrumente ein Grad als Korrektion anzubringen ist, so trage man auf der einen Seite des Fadenthermometers, wie in der Figur rechts, die Strecke L/r fortlaufend vom Nullpunkt an auf; dann braucht man nur in der Temperaturtheilung links die Stelle aufzusuchen, welche dem Werth $T' - t'$ entspricht, und die zugehörige Stelle der Hilfstheilung ergiebt die gewünschte Korrektion $T - T'$.

Will man dies beispielsweise für das Intervall 400 bis 550° ausführen und habe das Fadenthermometer eine Länge von 200 Graden des Hauptthermometers erhalten, so wird $r = 200$, und L ist für den Punkt 475 zu berechnen. Das Thermometer sei aus dem Jenaer Glas 59^{III} gefertigt; dann enthält sein unterer Theil bis zum Eispunkt 6080 Grade. (Den Ausdehnungskoeffizient des Quecksilbers zu 0,0001815, den des Glases 59^{III} zu 0,000017 angenommen, giebt

$$n = \frac{1}{0{,}0001815 - 0{,}000017} = 6080.$$

Es wird also $L = 6080 + 475 - 200 = 6355$, und $L/r = 31{,}8$.) Diese Grösse wird neben der Temperaturtheilung des Fadenthermometers in Graden derselben

aufgetragen. Zeigt nun z. B. das Hauptthermometer wie in der Figur 510°, das Fadenthermometer 240°, so suche man die Differenz 510 — 240 in der Temperaturtheilung des letzteren Instrumentes auf; man findet hierzu in der Hilfstheilung 8,5; die gesuchte Temperatur ist also $T: 510 + 8,5 = 518,5°$. Die Bestimmung der Korrektion für den herausragenden Faden wird somit bei Benutzung eines solchen Hilfsinstrumentes überaus einfach.

Erfahrungen mit der selbstthätigen Quecksilberluftpumpe.

Von
Dr. A. **Raps** in Berlin.

Die in *dieser Zeitschrift, 1891, S. 256* beschriebene selbstthätige Quecksilberluftpumpe hat bei ihrer ausgedehnten Anwendung in der Technik einige Modifikationen erfahren, welche das schnelle Evakuiren wesentlich fördern.

Das in Fig. 1 gezeichnete Glasventil v, welches sich früher in der Höhe der oberen Kugelmündung befand, ist etwa 30 *cm* höher gelegt worden. Hierdurch kann die Pumpe bedeutend rascher arbeiten. Bei der früheren Lage des Ventils in v' konnte sich nämlich die lebendige Kraft des sehr schnell aufsteigenden Quecksilbers nur durch ein Anschlagen an die Mündung b der Kugel Q äussern, da das Quecksilber bei v' eine starre Wand vorfand. Bei einer höheren Lage leistet das Ventil dem Quecksilber keinen Widerstand mehr; dasselbe kann in dem Rohre S frei aufsteigen und daher wird der Schlag an der oberen Kugelmündung bedeutend abgeschwächt.

Fig. 1.

Auch sind die Abflusswege des Wassers in den Schläuchen und dem Dreiweghahne (Siehe Figur zu der oben erwähnten Abhandlung) bedeutend weiter gemacht worden, wodurch ein wesentlich schnelleres Ablaufen des Quecksilbers aus der Pumpenkugel erzielt wird. Man kann bei einer Pumpenkugel von 600 *ccm* Inhalt einen ganzen Hub (Auf- und Niedergang) in 30 bis 40 Sekunden ausführen lassen, selbst bei sehr hohen Verdünnungen. Mit einer in der angegebenen Weise modifizirten Pumpe wurde ein Raum von 400 *ccm* in 10 Minuten auf etwa $^1/_{1000}$ *mm* Quecksilberdruck leergepumpt, ein Raum von 4 *l* wurde in einer Stunde auf etwa $^1/_{1000}$ *mm* Druck gebracht.

Die bei dieser Pumpe verwandte Quecksilbermenge braucht nicht sehr gross zu sein. Man kann sehr schnell arbeitende Pumpen bauen, welche nur 8 bis 12 Kilo Quecksilber fassen. Denn wenn auch bei jedem Hube weniger Luft weggeschafft wird, so geht das Auspumpen doch ebenso schnell von statten wie bei einer grossen Kugel, weil ein rascheres Aufeinanderfolgen der Pumpenzüge stattfindet.

Da die Wasserluftpumpe beim Evakuiren eine wesentliche Rolle spielt, so wurden Versuche mit verschiedenen Systemen von Wasserluftpumpen angestellt. Am besten bewährte sich hierbei ein von Gebrüder Körting in Hannover ge-

lieferter Ejektor, welcher äusserst schnell evakuirt und selbst bei bedeutenden Druckschwankungen der Wasserleitung niemals Wasser zurücksteigen lässt. Auch die Quecksilberschliffe erfuhren eine kleine Abänderung, welcher Herr Dr. Arons eine dauerhafte Form gab. Es hatte sich nämlich bei den bisher angewandten Quecksilberschliffen der Uebelstand gezeigt, dass beim Herausnehmen des Schliffes immer etwas unreines Quecksilber in die Pumpe gelangte. Auch war es sehr umständlich, auf das Quecksilber gegossene Schwefelsäure u. dergl. zu entfernen. Es wurde deshalb die in Fig. 2 dargestellte Form gewählt. Unterhalb des Schliffes *a* ist ein Glasrohr *d* umgeschmolzen, welches mit einem Abflusse *c* versehen ist. Wenn nun das Quecksilber durch den Abfluss *c* abgelassen wird, sinkt das Niveau und das der aufgegossenen Schwefelsäure unter die Mündung des Schliffes und letzterer kann entfernt werden, ohne dass Quecksilber oder Schwefelsäure in die Pumpe fliesst.

Fig. 2.

Von einigen Seiten wurden Bedenken gegen die Anwendung der schwarzen biegsamen Gummischläuche erhoben. Es hat sich jedoch gezeigt, dass solche Bedenken nicht gerechtfertigt sind, da bei keiner der Pumpen, welche schon in mehreren hundert Exemplaren seit einigen Jahren ununterbrochen thätig sind, irgend eine Verunreinigung des Quecksilbers durch die Schläuche bemerkt wurde.

Um die Grenzen der Verdünnung zu bestimmen, welche sich mit der beschriebenen Pumpe erreichen lassen, wurden einige Messungen ausgeführt, welche jedoch mit allen, derartigen Messungen anhaftenden Fehlern behaftet sind und deshalb nur als Näherungen betrachtet werden können. So wurde mittels verschiedener Methoden ein Partialdruck der Luft von $^1/_{600000}$ bis $^1/_{800000}$ *mm* Quecksilberdruck gemessen.

Eine neue Form des Quecksilberbarometers.

Von
Prof. **Leonh. Weber** in Kiel.

Durch die Figur (s. S. 64) ist ein Barometer erläutert, welches ohne besondere Hilfsvorrichtungen und insbesondere ohne Auskochen tadellos gefüllt werden kann, ausserdem aber auch jederzeit auf die Güte seines Vakuums hin leicht geprüft und nöthigenfalls in wenig Augenblicken von Luft befreit werden kann, wenn solche durch unvorsichtige Behandlung in das Instrument gekommen sein sollte.

Denkt man sich das Glasrohr an der Stelle *e* völlig geschlossen, so würden die Gefässe *a* und *b* mit ihren aufsteigenden Röhren *c* und *d* ein Doppelbarometer bilden. Ein mittels Gummiballon und an *f* angesetzten Schlauches ausgeübter Luftdruck würde das Quecksilber in *c* ansteigen lassen und die im oberen Ende bei *g* etwa befindliche Luft nach dem Prinzipe Sprengel's in das enge 1 *mm* weite Rohr *d* hineintreiben Hierdurch würde das Niveau in *b* entsprechend der übergetretenen Quecksilbermenge steigen und die Niveaux in *a* und *g* würden nach Aufhören des Druckes eine dauernde Aenderung erfahren. Wenn dagegen, wie in der Figur gezeichnet, bei *e* eine sehr enge kapillare Verbindung zwischen *a* und *b* existirt, so wird bei wiederum auf *a* ausgeübtem Drucke das Quecksilber in *g* ebenso wie vorher ansteigen und etwaige Luft längs *d* hinuntertreiben. In

den wenigen hierzu erforderlichen Sekunden geht durch den kapillaren Theil *e* nur wenig Quecksilber von *a* nach *b* über. Ueberlässt man dann das Instrument sich selbst, so gleicht sich im Laufe von 1 bis 2 Minuten der entstandene Niveauunterschied zwischen *a* und *b* aus und der Nullpunkt des Instrumentes hat keine Aenderung erlitten.

Was die erste Füllung des Instrumentes betrifft, so ist dieselbe sehr einfach. Nachdem das Glasrohr sorgfältig getrocknet ist, wird Quecksilber in *a* gegossen. Neigt man alsdann das Rohr um fast 90° und giebt mittels des genannten an *f* angesetzten Gummiballons einen Ueberdruck, so füllt das Quecksilber die beiden Rohre *c* und *d* an und bei Aufrichtung des Instrumentes ist das Vakuum bereits angenähert vorhanden. Die noch vorhandene Luft wird entfernt, indem man für einen kurzen Moment bei *a* möglichst stark aspirirt, wodurch das Niveau in *g* sinkt und die an der Glaswandung noch haftende Luft in das Vakuum entweichen kann. Alsdann lässt man durch Ueberdruck in *a* das Quecksilber mehrmals bei *g* überfliessen, bis der bekannte silberhelle Klang beim Zusammenschlagen der beiden Quecksilberfäden entsteht.

Es ist ein der Figur entsprechendes Instrument nach meinen Angaben von Herrn Oskar Bock in Kiel für das physikalische Institut geblasen. Ein zweites Instrument hat das Königliche Gymnasium in Kiel erhalten. Bei diesem ist die kapillare Verengerung *e* ersetzt durch einen Glasstab, dessen untere konische Schliffläche bei *i* einen Abschluss bildet, falls man den Glasstab mittels Gummistopfens in die obere Oeffnung von *b* einklemmt. Für die erste Operation des Füllens ist diese Methode noch etwas bequemer, da man sich nun beliebig Zeit lassen kann, wenn man durch Neigen des Instrumentes das Quecksilber von *a* über *g* nach *b* übertreten lässt.

Den zur Erzeugung eines Ueberdruckes in *a* zu benutzenden Gummiballon lässt man zweckmässig aus einem einfachen kleinen mit Schlauch versehenen Ball bestehen, in welchem dem Schlauchansatze gegenüber ein Loch gemacht ist, das man während des Drückens mit dem Daumen schliesst. Dieser Ballon kann alsdann dauernd am Instrumente sitzen bleiben.

Der bei *g* und *h* eintretende Niveauunterschied wegen der Kapillardepression ist zu Demonstrationszwecken instruktiv.

Referate.

Fallmaschine.

Von Prof. O. Reichel. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. 5. S. 229. (1892.)*

Bei diesem Apparat wird die Stärke des Stosses beim Aufschlagen eines Fallkörpers gemessen durch den Stoss eines Pendels, das zur gleichen Zeit in dem tiefsten Punkte seiner Bahn anlangt. Die Fallzeit eines Pendels von der Länge l ist gleich der Fallzeit eines die Strecke s durchfallenden Körpers, wenn $s/l = \pi^2/8$. So entspricht z. B. einem Werthe von $s = 1{,}357\ m$ die Pendellänge $l = 1{,}10\ m$. Die Stosskräfte, mit denen das Pendel von der Masse m' und der Fallkörper von der Masse m die tiefsten Punkte ihrer Bahnen gleichzeitig erreichen, sind einander gleich, wenn die Schwingungsweite α des Pendels gleich $\pi m / 2 m'$ gemacht wird. Für $m' = 200\ g$ und $m = 20$ g ist $\alpha = 9°$.

Auf den rechten, 20 *cm* langen Arm einer Waage *w* (Fig. 1), die noch mit einem ebenso langen, lothrechten Arme versehen ist, schlägt aus einer Höhe von 1,357 *m* ein Fallkörper von 20 *g* auf und bewirkt dadurch das Abfallen eines zweiten dort hängenden 20 *g*-Stückes *c*; gleichzeitig trifft gegen den lothrechten Arm aus einer Schwingungsweite von 9° ein 1,10 *m* langes Pendel *p*, dessen Masse 200 *g* ist. Zur Einhaltung der Schwingungsweite dient eine Messingtafel, auf welcher der Winkel von 9° so aufgetragen ist, dass er in geringer Entfernung vom Scheitel durch eine polirte Messingfläche unterbrochen wird, die als Spiegel wirkt und eine sehr genaue Einstellung des Pendels nach dem Winkel frei von Parallaxe gestattet. Man beobachtet, dass das Gleichgewicht der Waage durch die Einwirkung der beiden Stösse nicht gestört wird.

Die folgende Beschreibung der Fallmaschine, sowie die beigegebenen Abbildungen decken sich nicht ganz mit der in der Originalabhandlung gegebenen Mittheilung; es sind in derselben vielmehr diejenigen Verbesserungen angebracht, welche Verf. inzwischen an dem Apparat vorgenommen hat und welche derselbe der Redaktion dieser Zeitschrift mitzutheilen die Güte hatte: An einem lothrechten, 2,5 *m* hohen Ständer ist eine aus Weissblech gefertigte Waage *w* befestigt. Ihr lothrechter Arm endigt 20 *cm* von der Axe der Waage in einer Scheibe *a*, deren Fläche rechtwinklig zur Schwingungsebene des Pendels steht und seinen Stoss auffängt. Zur bequemen Einstellung der Waage ist auf ihrem linken Arme die Bleiplatte *b* verschiebbar. Zur genaueren Justirung der Waage ist an dem Träger der Bleiplatte *b* ein Draht mit einem Bleikügelchen drehbar angeschraubt, durch dessen Bewegung der Hebelarm um weniges verlängert oder verkürzt werden kann. Der rechte Arm läuft in eine waagerechte, etwas tiefer als die Axe der Waage liegende Scheibe *d* aus (Fig. 2), die hinten eine Umbiegung $\alpha\alpha$ hat. Die Kante *e* der Umbiegung ist dem Waagebalken parallel und dient als Schneide, auf der ein blecherner Winkelhebel *f* (Fig. 3) mit zwei Einkerbungen f' f' ruht. Der waagerechte

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 1.

Arm des Hebels ist ein rechteckiger Teller, auf den der Fallkörper aufschlägt. Der lothrechte Arm des Hebels ist von der Axe der Waage 20 *cm* entfernt und trägt an seinem unteren, schwach nach vorn gekrümmten Ende einen kleinen Vorsprung *f''*, an den ein mit einer Oese versehenes 20*g*-Stück *c* (Fig. 1) angehängt wird.

Auf dem Teller des Winkelhebels ist in 20 *cm* Entfernung von der Waageaxe und parallel zu ihr der Strich β gezogen.

Die Flächen *a* und *d*, welche die Stösse des Pendels und des Fallkörpers auszuhalten haben, sind mit einer stark gelockerten, „gepflügten" Wachsschicht belegt, welche den Rückstoss vernichten soll, der eine scheinbare Störung des Gleichgewichtes zur Folge haben könnte. Dass dadurch eine anderweitige Beeinflussung des Resultates nicht erfolgt, davon überzeugt man sich durch einen Gegenversuch unter Aenderung der Fallhöhe oder der Schwingungsweite.

Der schmiedeeiserne Fallkörper hat die Form einer körperlichen Kugelzone mit gleichen Grundflächen und hängt an dem Elektromagneten *g*, der in 1,357 *m* Höhe lothrecht über dem Striche β in einer Blechklemme auf dem Träger *h* steht. Die Pendelmasse ist ein zylindrisches gusseisernes 200*g*-Stück mit Oese und wird an den Elektromagneten *i* angelegt. Der Pendelfaden legt sich an eine Kante des Winkelblechs *k*, die lothrecht über der Axe der Waage liegt, und wickelt sich um einen wenig höher angebrachten Wirtel *v*, der das 200 *g*-Stück zu heben und zu senken gestattet. Auf der Vorderfläche des Ständers sind noch Vorrichtungen angebracht, um Drehpunkt, Länge und Schwingungsweite des Pendels in der erforderlichen Weise einzustellen. Durch Anbringung stark kontrastirender Merkmale lässt der Apparat alle Bewegungen gut erkennen. *H. H.-M.*

Ein einfaches Hydrodensimeter.

Von A. Handl. *Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch. in Wien. Bd. CI. Abth. II. Juni 1892.*

Eine ungefähr 300 *mm* lange und 5 bis 10 *mm* weite Glasröhre, welche mit zwei um genau 200 *mm* von einander entfernten Marken versehen ist, wird bis zur unteren Marke in die zu untersuchende Flüssigkeit getaucht. Das obere Ende der Röhre ist durch einen Gummischlauch mit dem Ende einer anderen Röhre verbunden, welche fast ganz in einen Zylinder mit Wasser eingesenkt ist. Zieht man diese Röhre im Wasser empor, so steigen die Flüssigkeiten in beiden Röhren in die Höhe, und aus dem Verhältniss der Steighöhen ergiebt sich das spezifische Gewicht der untersuchten Flüssigkeit. Zweckmässig verfährt man so, dass man jedesmal die erste Röhre sich bis zur oberen Marke füllen lässt, und dann nur die Höhe der Wassersäule in der zweiten Röhre an einer geeigneten Skale abliest. *F.*

Ueber Bestimmung der Fehler des Spiegelsextanten und seine Erweiterung zum Messen aller Winkel.

Von E. Kayser. *Schriften d. Naturf. Gesellsch. Danzig. N. F. VIII. Bd. 1. Heft. (1892).*

Der Verf. hat in der Danziger Naturforschenden Gesellschaft zu Ende 1891 einen Apparat vorgeführt, der alle Fehler des Sextanten (also einschliesslich der Exzentrizität und des Indexfehlers) ohne Zuhilfenahme entfernter Zielpunkte, im Zimmer, zu ermitteln gestattet. Auch der Schärfungswinkel des Sextanten ist mit dieser Vorrichtung zu bestimmen. Der erste Abschnitt der vorliegenden kleinen Schrift ist eine Wiedergabe jener Demonstration; nach ihm besteht dieser Apparat aus einem hölzernen abgedrehten „Halbradgestell", das eine mittels Dosenlibelle horizontal gelegte, zur Aufnahme des Sextanten bestimmte Spiegelglasscheibe umgiebt und Träger dreier kleiner, mit Fadenkreuz versehener Hilfsfernrohre ist, die in Holzwürfel gefasst sind und so an verschiedenen Stellen des Holzrades eingesteckt werden können. Das Festhalten in einer bestimmten Lage besorgt genügend eine Druckfeder; kleine Drehungen der Fernrohre lassen sich durch Hebel ausführen, die auf die Holzwürfel wirken; zwei der Fernröhrchen lassen sich so genau auf einander richten (Axwinkel 180°) oder überhaupt so stellen, dass sie einen bestimmten

Winkel einschliessen. Auch das Sextantenfernrohr muss ein Fadenkreuz erhalten. Ohne eigene praktische Benutzung des Apparates lässt sich über seine Brauchbarkeit kaum ein zutreffendes Urtheil gewinnen; es scheint aber, dass in der That die Vorrichtung zur Untersuchung kleinerer Sextanten genügt, wobei freilich im Vergleich mit anderen Untersuchungsmethoden nicht ausser Acht zu lassen ist, dass der Apparat nicht gerade so ganz einfach und kostenlos zu beschaffen ist. — Der zweite Abschnitt giebt einen Rückblick auf die Vorzüge und Nachtheile der bisher als Ersatz des einfachen Sextanten benutzten Instrumente, (Steinheil'scher Prismenkreis, Pistor & Martins' Spiegelkreis oder vielmehr Spiegelprismenkreis) und, als „Erweiterung" des Spiegelsextanten, Konstruktionen, die den Sextanten in Beziehung auf den zu umfassenden Winkel dem Spiegelkreis gleichstellen sollen. Bei der ersten kann etwas hinter dem kleinen Spiegel ein Paar unter 135° gegeneinander geneigter Spiegel aufgesteckt werden, das die sonstige direkte Zielung über den kleinen Spiegel hinweg nach dem einen Objekt unmöglich macht, vielmehr den Lichtstrahl rechtwinklig zu jener Zielung ablenkt; es wird so einfach „gewissermaassen der Indexfehler um 90° vergrössert", d. h. man kann nach Aufsteckung jenes Hilfsapparats Winkel bis 180° messen, wobei aber an der Theilung je 90° weniger abgelesen wird als der Winkel umfasst: wenn der Sextant im gewöhnlichen Zustand Winkel bis 105° zu messen gestattet, so kann man nach Aufstecken der Hilfsspiegel Winkel bis 195° messen. Um dabei wie sonst das eine der Objekte direkt ins Auge fassen zu können, wird dem Okularende des Fernrohrs ein kleines Prisma, sowie ein hohler Rohreinsatz angefügt. Das Spiegelpaar ist rektifizirbar. Die angedeutete Hilfseinrichtung hat der Verf. nachträglich an seinem kleinen Sextanten angebracht; er bemerkt aber mit Recht, dass sich die Sache noch verbessern lasse, wenn von vornherein der Sextant mit Rücksicht auf diese Erweiterung gebaut wird. — Noch auf eine andere Art kann man übrigens bekanntlich denselben Zweck erreichen, nämlich durch zwei kleine Spiegel; es sind solche Versuche, wie der Verf. nicht anführt, schon mehrfach gemacht worden („Doppelsextant", Collignon's Sextant u. s. f.). Der Verf. denkt sich bei seinem Vorschlag (er ist noch nicht ausgeführt) die Theilung bis etwa 140° ausgedehnt (Zentriwinkel der Grundplatte 70°) und in der Nähe des Theilungsendpunktes auf der Grundplatte den zweiten kleinen Spiegel, dem gewöhnlichen völlig gleich, und dahinter einen zweiten Fernrohrhalter; man kann so leicht zur Messung der Winkel zwischen 180° und 100° kommen, denen Ablesungen zwischen 0° und 80° entsprechen. — Die dritte Abtheilung der Schrift kommt auf die Ermittlung der Fehler des Sextanten zurück und will mit möglichst einfachen Mitteln die Neigungen von Fernrohr, grossem und kleinem Spiegel bestimmen lehren, ebenso den Schärfungswinkel des Sextanten. Der Verf. bespricht die Untersuchungsmethoden von Bohnenberger, Preuss, Encke, Gauss und Knorre und erörtert dann ausführlich seine eigenen, ohne Zweifel recht brauchbaren Verfahren, zu denen als Hilfsapparate nur ein kleines Fernröhrchen mit Fadenkreuz auf dem Lupenträger der Alhidade und ein schwarzer „Objektfaden", in einiger Entfernung vom Sextanten an einer Wand horizontal auszuspannen, nicht aber eine Libelle gebraucht werden. — Die ganze Schrift enthält manches Anregende und sei hiermit Denen empfohlen, die ihre Sextanten nicht zur Prüfung nach Hamburg geben können oder wollen. *Hammer.*

Pipetten zur Abmessung giftiger Flüssigkeiten.

Von A. F. Reid. *Chem. News.* ***66.*** *S. 166. (1892.)*

Bringt man mittels eines Schlauches am Ende einer Pipette einen Gummiballon an, in welchem sich ein Loch befindet, so kann man, wie leicht ersichtlich, die Pipette füllen oder entleeren, wenn man das Loch mit dem Finger verschliesst oder dasselbe freigiebt. Es wird auch vorgeschlagen, an Stelle der Marke an der Pipette einen Dreiweghahn anzubringen; diesen schliesst man zunächst, wenn die Flüssigkeit ihn erreicht hat; dreht man ihn dann so, dass die Verbindung mit der äusseren Luft hergestellt ist, so fliesst die Flüssigkeit aus. *F.*

Einige zweckmässige Formen von Laboratoriumsapparaten.

Von F. A. Gooch. *Amer. Journ. of Science. III.* **44.** *S. 239. (1892.)*

Zur scharfen Ablesung an Büretten kann man an der hinteren Seite der Bürette durch geeignete Metallklemmen ein Stück weisses Papier anbringen, auf welchem ein senkrechter, breiter schwarzer Strich aufgezeichnet ist. Durch die Lichtbrechung erscheint der Strich an der Stelle des tiefsten Punktes des Meniskus scharf eingeschnürt. — Sehr bequem konstruirt man sich ein Dampfbad, indem man den Stiel eines Glastrichters kurz abschneidet und mittels eines Stückchens Kautschukschlauch mit einem T-Stück verbindet. Durch das seitliche Ansatzstück strömt der Wasserdampf ein und tritt durch das untere, zweckmässig am Ende etwas nach oben umgebogene Röhrenstück aus. Durch Auflegen von Wasserbadringen auf den Rand des Trichters ist der Apparat als Dampfbad fertig. — Zum Waschen von Quecksilber wird empfohlen, dasselbe dadurch sehr fein zu vertheilen, dass man auf einen dünnen Quecksilberstrahl einen Zerstäuber richtet. Ist der in diesem vorhandene Luftdruck ein genügender, so wird der Quecksilberstrahl in einen feinen Regen verwandelt, welcher dann in verdünnter Salpetersäure aufgefangen wird. Die weitere Reinigung geschieht dann in bekannter Weise. *F.*

Neuerungen an Kompass-Instrumenten.

Von Mc Gregor in Glasgow.

Aus einem Sonderabzuge mitgetheilt von E. Gelcich.

Man verwendet in neuerer Zeit in England vielfach den sogenannten *Palinurus* für die Bestimmung der Deviation der Schiffskompasse. Dieser Apparat beruht im Allgemeinen auf dem Prinzip der Armillarsphäre und verfolgt den Zweck, die Berechnung des wahren Azimuthes der Sonne zu ersparen. Denkt man sich auf einer Armillarsphäre die Diptereinrichtung nach der Deklination der Sonne und nach dem Stundenwinkel der letzteren eingestellt, und den Pol der Armille gegen den Horizont um den Betrag der geographischen Breite geneigt, dreht man sodann die Sphäre um ihre Axe, bis ein durch das Diopter eindringender Strahl den Mittelpunkt der Hohlkugel erreicht, so ist der Meridian der Armille nach dem Ortsmeridian orientirt, und der Nordpunkt ihres Horizontes giebt die wahre Nordrichtung an. An Apparaten dieser Art sind in neuerer Zeit mehrfache Verbesserungen angebracht worden. Eine weniger wichtige Aenderung macht den Beobachter von der Kenntniss der Sonnendeklination unabhängig, so dass der Deklinationskreis überflüssig wird. Eine andere sehr praktische Verbesserung, wodurch die Kenntniss der wahren Ortszeit entbehrlich wird, rührt vom Mechaniker Mc Gregor in Glasgow her. In dieser neuen Form besteht der Apparat aus dem mit der Breitentheilung versehenen Halbkreise, der auf seinem Halbmesser eine um den letzteren drehbare, die Deklinationstheilung und eine Alhidade tragende Scheibe hat. Die Alhidade hat an ihren beiden Enden die gewöhnliche Dioptereinrichtung. Stellt man den Breitenindex auf die Polhöhe des Schiffsortes und die Alhidade auf die gegebene Deklination ein, so hat man das Instrument um seine Vertikale, die Deklinationsscheibe um ihre Horizontalaxe so lange zu drehen, bis der Schatten des Objektivfadens die Okularscheibe im Mitteldurchmesser trifft; in diesem Augenblick ist der durch einen Zeiger markirte Instrumentenmeridian nach dem wahren Ortsmeridian orientirt, und man erhält somit die wahre Nord-Süd-Richtung. Den Seeleuten wird diese Vereinfachung sehr angenehm sein. Der Preis des neuen Instrumentes beträgt 150 Mark.

Derselbe Konstrukteur hat die gewöhnliche Peilvorrichtung des sogenannten Azimuthalkompasses verbessert. Bei der bisher üblichen Konstruktion war das zur Ablesung der Kompassrose dienende Reflexionsprisma nicht recht praktisch angebracht, insbesondere war es unangenehm, dass bei der Reinigung des Prismas das Okular ganz zerlegt werden musste; auch gab die Befestigung des Objektivdiopters am äussersten Rande der Alhidade und die Verbindung desselben mit dem für Sonnenbeobachtungen bestimmten Spiegel zu Ausstellungen Anlass. Bei der neueren Form ist das Reflexionsprisma durch einen Spiegel

ersetzt, der seitlich an dem Okulardiopter angebracht ist. Dem letzteren diametral gegenüber befindet sich auf dem Alhidadenringe, der mittels zweier Handgriffe drehbar ist, der für Sonnenbeobachtungen bestimmte Spiegel. Das Objektivdiopter ist nicht am Alhidadenringe, sondern auf zwei zur Absehenslinie parallelen Schienen verschiebbar angebracht.

Die Beweglichkeit des Objektivdiopters hat einige praktische Vortheile. Indem man das Objektiv dem Okular nähert, können auch höher gelegene Gestirne ohne Hilfe des Spiegels beobachtet werden, was die Beobachtung bei Nacht sehr erleichtert. — Sodann kann der Apparat direkt als Kurskorrektor benutzt werden. Stellt man nämlich den Faden des Objektivdiopters genau über den Mittelpunkt der Rose, so hat man ein Gnomon; die Schattenrichtung des Fadens giebt das Kompassazimuth des Gestirns; das wahre Azimuth entnimmt man mit Hilfe der wahren Zeit der Schattenbeobachtung aus einer Azimuthtafel; die Differenz zwischen beiden Azimuthen ist die Kompasskorrektion.

Ueber den Umsatz von Wasserstoff mit Chlor und Sauerstoff.

Von J. A. Harker. *Zeitschr. f. phys. Chemie. 9. S. 673. (1892.)*

Die Untersuchung hat ergeben, dass, wenn zu einer Mischung von Chlor und Sauerstoff Wasserstoff in einer zu der Verbrennung von beiden unzureichenden Menge zugesetzt wird, eine Theilung des Wasserstoffes zwischen Sauerstoff und Chlor stattfindet, und dass für die bezeichnete Gasmischung das Guldberg-Waage'sche Gesetz giltig ist. Die bei den zur Feststellung dieser Thatsache vorgenommenen Versuchen angewandten Anordnungen von Apparaten zur Herstellung, Aufsammlung, Trennung und Messung der einzelnen Theile des Gasgemenges werden eingehend beschrieben und durch Zeichnungen erläutert. Da an ihnen jede Kautschukverbindung vermieden werden musste, sind sie zum Theil ziemlich komplizirt. Auf die Einzelheiten der interessanten Versuchsanordnungen des Verfassers kann hier nur hingewiesen werden, da dieselben wesentlich den besonderen Zwecken der vorliegenden Arbeit dienen. Nur eine von v. Babo zuerst angewandte, aber nicht veröffentlichte Art, Glasröhren mit einander zu verbinden, sei erwähnt. Zu diesem Zwecke werden zwei kreisförmig geschliffene, in der Mitte mit einem Loch versehene Glasplatten an die Enden von zwei Glasröhren angeschmolzen. Die Platten werden eingefettet und mit der durch die nebenstehende Zeichnung erläuterten Klemmvorrichtung zusammengehalten. Es können auf diese Weise also zwei ganz beliebige Glasröhren mit einander gasdicht verbunden werden. *F.*

Seismo-Autograph mit veränderlicher Zylindergeschwindigkeit.

Von G. Agamennone. *Rendiconti della R. Accad. dei Lincei. Vol. I. 2. Sem. 5 Ser. (Oktober 1892.)*

Die Seismo-Autographen haben zwar, wie alle anderen Autographen, kontinuirliche Aufzeichnungen zu machen, doch kann bei ihnen nur im Augenblicke des Erdstosses das zu messende Element verzeichnet werden, während in der übrigen Zeit nur die Zeitlinie registrirt wird. Während nun für die Zeitangabe eine ganz geringe Geschwindigkeit des das Papier tragenden Zylinders genügt, muss diese für die Dauer des Phänomens höher sein, wenn man ein deutliches Bild der bezüglichen Komponenten erhalten will. Herr Agamennone hat daher danach getrachtet, ein Instrument zu liefern, bei dem die Zylindergeschwindigkeit automatisch im obigen Sinne geregelt wird.

Unter gewöhnlichen Umständen bewegt sich der Zylinder langsam um seine feste Axe durch den Zug eines Gewichtes und diese Bewegung wird durch einen Uhrmechanismus geregelt. Die Axe kann aber eventuell beweglich gemacht werden; sie ist nämlich auf dem dem Gewichte entgegengesetzten Ende verlängert und mit einem Zahnrad versehen, in welches ein Arretirstift eingreift, so dass das Rad und somit die Axe an jeder Bewegung verhindert werden kann. Der Arretirstift befindet sich am Ende eines zwei-

armigen Hebels angebracht, dessen anderer Arm den Anker zu einem Elektromagneten trägt; letzterer befindet sich in Verbindung mit weiteren seismographischen Apparaten und Einrichtungen. Sobald ein Erdstoss eintritt, erfolgt Stromschluss, der Anker wird angezogen, der Arretirstift giebt das an der Zylinderaxe befindliche Zahnrad frei und nun kommt der Zylinder sammt seiner Axe in Folge des Gewichtes in rapide Bewegung. Damit diese Bewegung nicht zu rasch erfolge, ist ein Windregulator vorhanden. Hört das Phänomen auf, so wird der Strom unterbrochen, der Anker fällt vermöge seiner Schwere zurück, der Arretirstift greift wieder in das Zahnrad ein, arretirt die Axe, und die Bewegung des Zylinders wird wieder eine langsame.

Der Apparat, welcher eine Verbesserung der dem gleichen Zweck dienenden Einrichtung desselben Verfassers darstellt (vgl. *diese Zeitschr. 1890. S. 70*), ist bereits erprobt worden und soll sehr gut funktioniren. *E. Gelcich.*

Ein Instrument zum Zeichnen von Parabeln.

Von R. Inwards. *Phil. Mag. V. 34. S. 57. (1892.)*

Das in nebenstehender Skizze veranschaulichte Instrument soll das unmittelbare Aufzeichnen jeder Parabel von kurzem Fokalabstande ermöglichen. Seine Konstruktion beruht auf der Eigenschaft der Parabel, dass die Abstände jedes ihrer Punkte vom Brennpunkte wie von der Leitlinie die gleichen sind. Dem entsprechend ist mit dem zur Aufnahme des durch die Klammern N und O gehaltenen Papiers bestimmten Brett eine aus zwei geraden Stahlleisten gebildete Führung AB verbunden, deren Mittellinie die Leitlinie der zu zeichnenden Parabel darstellt. Dem Brennpunkt der Parabel entspricht ein Zapfen F, der verschoben und mittels der Klemmschraube K in der gewünschten Lage festgestellt werden kann.

In der Führung AB gleiten die Zapfen L und G des Lenkersystems $L\,M\,E\,G$, dessen drei Arme gleiche Länge haben, so dass $E\,G$ stets senkrecht zu $A\,B$ steht und ihre Länge den Abstand des Punktes E von der Leitlinie darstellt. Im Punkte E ist der Zeichenstift befestigt. Damit bei der Verschiebung der mit Handgriff versehenen Drehaxe G in der Führung $A\,B$ der Abstand $E\,G = E\,F$ bleibe, wird E gezwungen, auf der Diagonale eines gleichseitigen Parallelogrammes fortzuschreiten, dessen gegenüberliegende Ecken F und G sind. Zu dem Zwecke durchsetzt E die Mittellinie einer Schiene CD, welche in Führungen H und J verschiebbar ist, während die Punkte $F\,H\,G\,J$ durch gleich lange Stangen verbunden sind. Der Stift E wird somit stets von den beiden Punkten G und F in gleichem Abstande sich befinden.

Zur Herstellung von Lehren für Hohlspiegel und Linsen ist das Instrument unmittelbar verwendbar. Das demselben zu Grunde liegende Prinzip lässt sich jedoch auch zur Konstruktion einer Vorrichtung verwerthen, mittels welcher ein Dreh- oder Schleifwerkzeug auf einer Parabel fortbewegt wird und so unmittelbar zur Herstellung von Drückfuttern oder parabolischen Linsen dienen könnte. *Pensky.*

Neu erschienene Bücher.

Abbildungen geodätischer Instrumente. Herausgegeben von Prof. Dr. A. Vogler. 36 Lichtdrucktafeln mit 72 S. Text. Berlin. P. Parey. M. 12,00.

Das vorliegende Werk enthält zunächst 36 Lichtdrucktafeln geodätischer Instrumente und Hilfsapparate. Dieselben sind in ihren einzelnen Theilen dargestellt und diese wiederum mit Rücksicht auf ihre Justirung und den praktischen Gebrauch behandelt. Die Tafeln sind aus dem Bedürfnisse des Unterrichts und für den Unterricht entstanden und sind, wie von dem auf dem Gebiete der geodätischen Instrumentenkunde so erfahrenen Verfasser nicht anders zu erwarten, überaus klar und verständlich. Ein Theil der Tafeln sind Kopien von Wandtafeln aus der geodätischen Sammlung der Technischen Hochschule in Aachen, welche Herr Prof. Helmert seinerzeit hatte anfertigen lassen.

Den Tafeln ist ein erklärender Text beigegeben, welcher dem Studirenden leicht verständliche und klare Hinweise giebt und ihn zum eigenen Nachdenken anregt. Der textliche Theil bespricht im ersten Abschnitte einzelne Instrumententheile: Libellenfassungen und Vorrichtungen zur Libellenberichtigung, Feinbewegungen, Justirvorrichtungen für die Neigung der Kippaxe, Stative, und die Verbindung des Instruments mit dem Stative. Der zweite Abschnitt handelt von den Theodoliten und Kippregeln, der dritte von den Nivellirinstrumenten, Nivellirtachymetern und Barometern. Der textliche Theil ist auch einzeln zum Preise von 4 Mark zu beziehen.

Verf. hat sich mit der Herausgabe des vorliegenden Werkes ein grosses Verdienst erworben. Der billige Preis des Werkes, welcher durch Unterstützung des landwirthschaftlichen Ministeriums ermöglicht wurde, dürfte neben seinem inneren Werth zur weitesten Verbreitung nicht unwesentlich beitragen. *W.*

Vereins- und Personennachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin.

Auf Grund der in der Generalversammlung vom 10. v. M. vorgenommenen Wahlen setzt sich der Vorstand für 1893 folgendermaassen zusammen:

Vorsitzende : Die Herren H. Haensch, R. Fuess, P. Stückrath;
Schriftführer : „ „ A. Baumann, A. Blaschke;
Schatzmeister: Herr W. Handke;
Archivar : „ E. Goette;
Beisitzer : Die Herren Dr. A. Westphal, Franc v. Liechtenstein, B. Pensky und B. Sickert. *Bl.*

Patentschau.

Schmiervorrichtung für Gewindeschneidekluppen. Von E. Krieger in Rath bei Düsseldorf. Vom 10. Dezember 1891. No. 63787. Kl. 49.

Der hohle Griff *a* bildet den Schmierbehälter, aus welchem das Oel mittels eines mit Rückschlagventil *v* versehenen, in dem Verschlussdeckel *d* geführten und durch die Feder *f* zurückgehaltenen Kolbens *k* durch das Röhrchen *r* zu den Schneidebacken gebracht wird. Der Deckel *d* ist ebenfalls mit einem Rückschlagventil versehen, damit zwischen den Deckel und den Kolben Luft gelangen kann, mittels welcher das Oel durch das Rohr *r* herausgedrückt wird.

Vergoldung von Platinblech, insbesondere behufs Herstellung von Säure-Konzentratoren. Von W. C. Heraeus in Hanau. Vom 7. Januar 1891. No. 63591. Kl. 48.

Auf der über den Schmelzpunkt des Goldes erhitzten Oberfläche eines Platinbarrens wird Gold in irgend einer Form aufgetragen oder aufgegossen, und der Platin-Goldbarren sodann zu einem Blech von beliebiger Stärke ausgewalzt.

Druckknopfumschalter. Von H. Jahnel in Frankfurt a. M. Vom 5. September 1891. No. 64276. Kl. 21.

Beim Herabdrücken eines Druckknopfes *f* trifft ein an demselben befestigter Hebel *t* mit seiner abgeschrägten Fläche auf die Speichen *c* eines Rades *e*, dessen Kranz theilweise fortgenommen ist, und bewegt damit das Rad um ein gewisses Stück vorwärts. Unter dem Rad befinden sich Stromschlussstücke *l*, die in geeigneter Weise mit den Leitungsdrähten verbunden sind, so dass bei Drehung des Rades Stromkreise aus- oder eingeschaltet werden.

Einfacher Messapparat für Horizontal- und Vertikalmessungen. Von E. Trümbach in Wunsiedel. Vom 27. Mai 1891. Nr. 63619. Kl. 42.

Eine mit Kreistheilung und diametral einander gegenüberliegenden Löchern *g* für auswechselbare Steckdiopter versehene Drehscheibe *b* ist in eine quadratische, mit einer der ersteren entgegengesetzt laufenden Kreistheilung, sowie mit diagonal einander gegenüberliegenden Diopterstecklöchern *f* versehene Platte *a* drehbar eingesetzt. Das so gebildete Drehscheibenquadrat wird bei Horizontalmessungen auf ein Stativ horizontal aufgesetzt und entweder die Drehscheibe mit dem Stativ verbunden und die quadratische Scheibe gedreht, oder letztere fortgelegt und erstere gedreht, so dass die Winkel sowohl am Quadratrahmen, als auch an der eingelassenen Kreisscheibe abgelesen werden können, wobei der Nullpunkt der einen Kreistheilung als Zeiger für den andern Kreis dient. Bei Höhenmessungen wird die Vorrichtung vermittels eines der Diopterstecklöcher an einem Stativ oder einem mit Zapfen versehenen Handgriff aufgehängt.

Morse-Empfänger für Arbeits- und Ruhestrombetrieb. Von C. Hasted in Hamburg. Vom 27. Oktober 1891. No. 63610. Kl. 21.

Der um die Drehaxe *c* des Schreibhebels *g* drehbare Anker *e* kann durch eine federnde Nase *h*, welche am Schreibhebel angebracht ist und in Kerben einer auf der Ankeraxe sitzenden Scheibe *f* eingreift, sowohl auf der einen als auch auf der andern Seite der Verbindungsebene der Drehungsaxe des Schreibhebels und der Elektromagnetpole festgestellt werden. In der einen Stellung wird bei Anzug des Ankers das Schreibrädchen gehoben, in der anderen gesenkt, sodass die erste Stellung für Arbeitsstrom, die andere für Ruhestrombetrieb geeignet ist.

Rohrzange mit einer drehbaren und einer auswechselbaren Backe. Von G. Johnsohn & W. Grazier in Erie, Pens. Vom 28. November 1891. No. 63584. Kl. 87.

Das Maul der Rohrzange besteht aus einer festen und einer auf ihrem Hebel *a* drehbar angeordneten Backe *b*, welche mit einem V-förmigen Ausschnitt versehen ist. In diesen passt eine am Hebel *c* angebrachte entsprechend geformte Zunge *d* sich derart ein, dass dieselbe beim Oeffnen und Schliessen der Zange sich gegen die untere bezw. obere Seite des Ausschnittes legt und dadurch die bewegliche Backe *b* nach rechts oder links dreht, um dadurch die auf die Zange ausgeübte Kraft zu vergrössern. Die kleinen beweglichen Zapfen *e*, welche in halbrunde Ausschnitte der Backen eingepasst sind und sich gegenseitig berühren, dienen zur sicheren Führung der Backen und Vermeidung der Reibung. Die gezahnte Backe *f* ist am Hebel *c* auswechselbar befestigt.

Maassstab zur Ermittlung der Höhe von Flüssigkeiten mit bewegten Oberflächen. Von A. Weymar in Mühlheim. Vom 31. Dezember 1891. No. 64118. Kl. 42.

Der Maassstab *m* ist mit einem verschiebbaren Mantel von geeigneter Länge versehen, der vor der Theilung einen engen Raum *r* abschliesst, in welchem die Wallung der Flüssigkeit aufgehoben wird. Auf diese Weise soll eine genaue Ablesung erzielt werden.

Visirvorrichtung zum Zeichnen nach der Natur und nach Körpern. Von K. Schleising in Zella, St. Blasii. Vom 9. Januar 1892. No. 63990. Kl. 42.

Diese Visirvorrichtung zum Zeichnen nach der Natur und nach Körpern besteht aus einem viereckigen Rahmen *a*, einer in einem Endpunkte dieses Rahmens drehbaren Zunge *d* zum Winkelmessen, und aus dem Schieber *c* zum Visiren in waagerechter und senkrechter Richtung.

Kompassrose mit bandartigen Ringmagneten. Von P. J. Kaiser in Leiden. No. 64578. Vom 17. Oktober 1891. Kl. 42.

Um ein möglichst grosses Trägheitsmoment bei möglichst geringem Gewicht zu erhalten, besteht die Rose aus zwei hochkantig gestellten kreisförmigen Bandmagneten *a*, zwischen denen eine das Hütchen tragende Scheibe *s* aus präparirter Seide befestigt ist. Die beiden Theile eines jeden Magnetringes sind durch angelöthete Kupferbänder *b* mit einander verbunden. (Vergl. den Originalaufsatz in *dieser Zeitschr. 1892. S. 350.*)

Quecksilberluftpumpe. Von G. Kahlbaum in Basel. Vom 15. September 1891. No. 63631. Kl. 42.

Bei dieser Luftpumpe wird das Sprengel'sche Prinzip des fallenden, Luft mitreissenden Quecksilbers benutzt, nur mit dem Unterschied gegenüber bekannten Apparaten, dass das Quecksilber vor seiner Wiederbenutzung kontinuirlich und automatisch von seinem Luftgehalt befreit wird.

Durch das Rohr *D* mit eingeschmolzenem engerem Rohr *G* fällt das Quecksilber in den Pumpenkörper *C*, reisst hier Luft mit fort und gelangt durch Rohr *H* in das Gefäss *I*, woselbst die überschüssige Luft abgegeben wird, die durch die Trockenvorrichtung *X* entweicht. Das trotzdem noch lufthaltige Quecksilber fliesst nach Gefäss *K*, in welches die etwa 1,5 *m* lange Röhre *P* eintaucht; unten ist letztere mit einer feinen, durch Trockenvorrichtung *Y* mit der äusseren Luft kommunizirenden Oeffnung *t* versehen. Verbindet man nun Rohr *V* des Gefässes *W* mit einer gewöhnlichen Sprengel'schen Wasserpumpe, so wird bei geeigneter Stellung der Hähne *U* und *r* das Quecksilber aus *K* nach der Erweiterung *q* weit über Barometerhöhe gehoben, da in Folge der Anordnung der Oeffnung *t* im Rohr *P* eine mit Luftblasen durchsetzte Quecksilbersäule gehoben wird. Beim Einströmen in den Raum *q* giebt das Quecksilber unter der Einwirkung der erwähnten Wasserluftpumpe die absorbirte Luft ab, um hierauf durch die Luftfänge *E L* in den Pumpenkörper *C* gänzlich luftfrei von neuem einzufallen. (Wir kommen auf dieses Patent im nächsten Hefte d. Zeitschr. zurück. D. Red.)

Rechen- und Leselehrmittel. Von A. Sehringhaus in Mühlheim. Vom 30. 6. 1891. No. 63800. Kl. 42.

Die einzelnen Buchstaben und Zahlenträger *t* sind bei *z* drehbar gelagert und werden durch Schieber *s* je nach Bedarf einzeln oder in grösserer Zahl auf- und niedergeklappt.

Kolben-Flüssigkeits- und Gasmesser. Von T. Blein und E. Beraud in Lyon. Vom 24. Dezember 1891. No. 64168. Kl. 42.

Bei seiner Annäherung an die Stossscheibe *D* wird der auf der Stange *G* hin- und hergleitende Kolben *A* zuerst die Feder *K* gegen diese Scheibe andrücken, dann die beiden Anschläge *M* zurücktreiben, welche wieder in ihrer Wirkung auf die Auslösehebel *N* die Scheibe *D* auslösen. Diese steigt unter dem Druck der Feder *K* aufwärts und nimmt dabei die Stange *G* und den Schieber *H* mit. Die Flüssigkeit strömt nun unter den Kolben, und es beginnt das umgekehrte Spiel.

Neuerung an der durch Patent No. 49849 geschützten Panorama-Kamera. Von W. Hoffmann in München. Vom 21. April 1891. No. 64041. Kl. 57.

Die lichtempfindliche Schicht wird von einer Rolle *g* auf eine grössere Rolle *r* gewickelt und hierbei vor der Belichtungsöffnung *n* vorbeigeführt. Die Rolle *r* ist durch eine Mitnehmervorrichtung mit einem Reibungsrad lösbar verbunden, welches auf einer Reibungsscheibe rollt. Bei dreimaliger Umdrehung der Rolle *r* um sich selbst und einmaligem Umlauf um die Reibungsscheibe ist die lichtempfindliche Schicht von der Rolle *g* auf die Rolle *r* gelangt. Durch ein mit ersterer verbundenes Handrädchen *S* wird sie dann in die lichtdicht geschlossene Hülse zurückgerollt.

Einsatzzirkel mit Zahnstangenantrieb, in einen Stangenzirkel umwandelbar. Von J. Chr. Lotter in Nürnberg. Vom 29. Dezember 1891. No. 63834. Kl. 42.

Soll der Zirkel (Fig. 1) in einen Stangenzirkel umgewandelt werden, so sind zunächst die beiden Schenkel in die Strecklage zu bringen, in der sie durch Festdrücken des Riefenscheibchens *b* auf den gerieften Zirkelkopf *a* unverrückbar erhalten werden. Sodann zieht man die Verlängerungsstange *e* (Fig. 2) aus dem Schenkelrohr *d* heraus und stellt sie mittels der Schraube *f* in passender Länge fest. Ferner wird der mit einer Zahnstange versehene Verlängerungsstab *i* aus dem Rohr *h* durch das Rädchen *k* hervorgeschoben. Schliesslich werden noch die beiden Einsätze *g* rechtwinklig gegen die Zirkelschenkel gestellt.

Fig. 1. Fig. 2.

Flüssigkeitsmesser mit schwingendem Messzylinder. Von Roger Liquid Meter Comp. in Portland, Maine und Boston. Vom 1. September 1891. No. 63541. Kl. 42.

Bei diesem Flüssigkeitsmesser wird durch jede Schwingung des Messzylinders eine bestimmte Flüssigkeitsmenge vermittels eines Registrirapparats angegeben. Das in den innern Zylinder *A* eingetretene Wasser bewegt den Kolben *D* nach rechts. Wenn nun der Kolben *D* seinen Hub nach rechts nahezu beendigt hat, kommt er mit der Scheibe *X* des Kolbens *b* in Berührung und drückt diesen Kolben nach aussen. Indem nun Kolben *b* auf den Ansatz *f* wirkt, wird das eine Ende des Zylinders *A* niedergedrückt und das andere entsprechend gehoben. Hierdurch werden die Ein- und Austrittsventile umgestellt, und der Wasserstrom wird umgekehrt. Der Kolben *D* bewegt sich nach der linken Seite und wirkt am Ende seines Hubes wieder auf den Kolben *b*, wodurch die Ventilstellung und hiermit auch der Wasserstrom umgekehrt wird.

Zeichenapparat. Von B. O. Holder in Dresden. Vom 18. Oktober 1889. No. 63721. Kl. 42.

Dieser Apparat gestattet Schaubilder (Perspektiven), Schrägrisse (schiefe Projektionen), Verkürzungen, Verlängerungen (rechtwinklige und speziell schiefe Projektionen), Ellipsen, Spiegelbilder, vergrösserte, verkleinerte und gleich grosse Kopien zu zeichnen.

Er gründet sich darauf, „dass ein perspektivisch zu zeichnender Punkt bei gegebener Bildebene bestimmt ist als Schnittpunkt zweier beliebigen, durch denselben gelegten, perspektivisch gezeichneten Geraden, und dass eine dieser Geraden wieder als schiefer Sehstrahl aufgefasst werden kann, der den gegebenen Punkt im Allgemeinen als Schrägriss, in speziellen Fällen als Verkürzung, Verlängerung oder Spiegelbild erzeugt.

Als Schrägrisszeichner besteht der Apparat aus einem Storchschnabel *a*, *b*, *c*, *d*, dessen Fuss durch zwei gegeneinander unter konstantem Winkel stehende, bewegliche Gleitschienen *r* und *s* ersetzt ist, wie die Figur zeigt. Ist nun der Schrägriss eines Gegenstandes zu zeichnen, so legt man durch den Gegenstand Ebenen, so dass die meisten Linien des Gegenstandes getroffen werden. Dann bestimmt man von Jeder ihre Spur mit der Bildebene, stellt die Stange *s* des Apparates darauf, denkt sich jede dieser Ebenen in der Bildebene umgeklappt, und bringt auf je einen beliebigen Punkt je einer dieser Ebenen den Führungsstift *K* und auf die betreffende Spur des in der Richtung gegebenen und durch den betreffenden Punkt gelegten Sehstrahles den Zeichenstift *L* des Apparates. Durch Ueberfahren der in den einzelnen Ebenen befindlichen Zeichnungen erhält man den Schrägriss des gegebenen Gegenstandes.

Bezüglich der übrigen Formen des Apparates wird auf die Patentschrift hingewiesen.

Für die Werkstatt.

Abrichträdchen für Schmirgelscheiben und Schleifsteine. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Von der Appleton Manufacturing Co. in Philadelphia ist (*Bayr. Industrie- und Gewerbebl.* ***24.*** *S. 211.* (*1892*) nach *The Iron Age*) ein Werkzeug zum Abrichten unrund gewordener Schmirgelscheiben eingeführt worden; dasselbe hat Aehnlichkeit mit dem sogenannten Randerirrädchen; Gabel und Heft sind ein Stück, und an jedem Ende des Heftes ist ein Rädchen. Das Rädchen selbst besteht aus mehreren, etwa vier nebeneinander auf demselben Zapfen laufenden sporenähnlichen gehärteten Scheibchen, deren Ränder schräggestellte Schneiden tragen. Das Rädchen wird fest gegen die Schmirgelscheibe gehalten, während diese umläuft. Damit die Reibung der Scheiben auf ihrem Zapfen möglichst gering wird, ist das Zapfenloch erweitert, und zwischen Zapfen und Rädchen sind dicht aneinander liegend Kugeln gelegt, sodass die Rädchen auf den Kugeln laufen. Die Gabel hat Absätze, um festen Halt an der Auflage gewinnen zu können. Diese Abrichtung mit schrägen Schneiden soll eine bessere Schneidefähigkeit und eine sehr gute Schleiffläche ergeben.

Eine ähnliche Einrichtung zum Abrunden und Schärfen rotirender Schleifsteine wird von der Berliner Firma Friedr. Steinrück seit geraumer Zeit in den Handel gebracht. Sie besteht, wie die Figur zeigt, aus zwei langen gezahnten Schienen *A*, die mit Holz-, Eisenschrauben oder Schraubzwingen auf dem hölzernen oder eisernen Schleifsteinkasten befestigt werden; auf diese Schienen werden zwei Lager *B*, von denen das linke eine zylindrische Lagerung bietet, das rechte aber eine Schraubenmutter darstellt, so aufgeschraubt, dass die Abrichtfräse *C*, welche mit nach beiden Stirnflächen hin schrägen Schneidezähnen versehen ist und auf der in den Lagern *B* ruhenden Welle *D* sitzt, mit ihrer ganzen Zahntiefe die höchsten Stellen des Steines trifft und seitwärts von dem abzurichtenden Schleifstein *E* steht, wie in der Figur sichtbar ist. Um die Arbeit auszuführen, setzt man den Stein in der Pfeilrichtung in Bewegung; gleichzeitig

dreht man die Spindel *D* und damit auch die Fräse *C* mittels der an *D* sitzenden Kurbel in den Lagern, wobei sie langsam über die Fläche des Schleifsteines parallel zu seiner Axe geschraubt wird. Dabei nimmt die Fräse mit den scharfen Zähnen die höchsten Stellen des Steines weg und hinterlässt zugleich feine gekreuzte Furchen auf demselben, die grosse Schleiffähigkeit besitzen.

Die Vorrichtung scheint recht brauchbar, insofern als alle Uebelstände, welche mit dem sehr zeitraubenden Behauen und Abdrehen der Schleifsteine verbunden sind, vor allen Dingen das für die Arbeiter wie für die Maschinen gleich schädliche Stauben, dabei in Wegfall kommen. Der Preis der Einrichtung stellt sich für die in den mechanischen Werkstätten üblichen Schleifsteinbreiten auf 28 bis 35 Mark.

Nicht in derselben Weise günstig scheint dem Referenten das erstbesprochene Werkzeug zu sein; wenn ein hartes Stahlwerkzeug auf Sandstein, aus welchem Material die gewöhnlichen Schleifsteine bestehen, gute Erfolge hat, so ist dies bei dem ungleich härteren Schmirgel, der bekanntlich die Härte von Korund besitzt, einigermaassen zweifelhaft. Ebenso lässt die Anordnung des beschriebenen Rädchens nicht auf grosse Billigkeit schliessen; deshalb fragt es sich, ob man das neue Werkzeug dem bisher gebrauchten, gut bewährten Diamant vorziehen soll. Letzterer, in eine Stahlfassung günstig eingefügt, ist in der Hand eines geübten und vorsichtigen Mechanikers ein durch eine überaus geringe Abnutzung und gute Schneidefähigkeit ausgezeichnetes Arbeitsmittel, welches vielleicht bei der Anschaffung nicht theurer ist als das von amerikanischer Seite eingeführte stählerne Abrichträdchen.

Neue Drehbankschnüre aus Stahldraht. *Internation. Rundschau 1892.*

Bei allen Arbeitsmaschinen des Kleinbetriebes wird die Kraft- und Bewegungsübertragung durch Leder-, Hanf-, Baumwollenschnüre und Riemen oder durch Zahnradübersetzungen bewerkstelligt. Die Mängel der letzteren kennzeichnen sich hauptsächlich in dem grossen Kraftverlust und darin, dass sich abgeschwächte Kopien der einzelnen Zähne auf den fertigen Arbeiten zeigen, die Mängel der Schnüre und Riemen in dem starken Verbrauch derselben; ist es doch allgemein bekannt, dass man stets, zumal an der Drehbank, an der Fräse- und an der Bohrmaschine, wo also die Schnüre über Scheiben und Wirtel von kleinen Durchmessern laufen, über allerlei Unzuträglichkeiten zu klagen hat; da dehnen sich die Schnüre in Folge von längerem Gebrauch, z. B. auch in Folge des leidigen Zerrens an der Schnur beim Antriebe der Bank; die Schlösser der Schnüre reissen ab bei zu starker Spannung derselben oder werden gradezu abgeschnitten durch Torsion der Schnur und dergl. mehr. Diese Beobachtungen haben den Gedanken nahe gelegt, einen Ersatz für die üblichen Schnüre zu schaffen. Die Drahtwaarenfabrik von G. Pickhardt in Bonn a. Rh. führt nunmehr seit einiger Zeit Riemen und Schnüre aus biegsamen Drahtgeflechten ein, die den bisherigen Hanf- und Lederschnüren gegenüber grosse Vortheile besitzen sollen. Sie werden zur Zeit schon verwendet zum Betriebe von Drehbänken, Nähmaschinen, Regulatoren, Bohr-, Schneid- und Fräsemaschinen, Rotationszähler, biegsamen Wellen, sowie für grössere Kraftübertragungen und als Ersatz der geräuschvollen Zahnradtriebe. Die nebenstehende Figur veranschaulicht einen derartigen Schnurtheil mit Verbindungsschloss, wie er sich zum Betriebe der Drehbank eignen würde. Für die Ausführung von solchen Stahlschnurtrieben bedarf es der sorgfältigsten Berücksichtigung aller einschlägigen Betriebsverhältnisse, also der Angabe der Länge jeder Schnur, des grössten und kleinsten Durchmessers am Stufenrad und Spindelwirtel, der Weite und des Winkels der Schnurrillen, denen die Stahlschnur angepasst hergestellt werden müssen. Vielleicht dürften die Leser von einem Versuche mit diesen Stahlschnüren befriedigt werden. *K. F.*

Berichtigung.

In der Abhandlung: Ueber die Ausdehnungskoeffizienten einiger Glassorten, von M. Thiesen und K. Scheel, *diese Zeitschrift 1892 S. 294* ist in der Formel Z. 21 v. u. statt:

$$(16^{III}) = 1 + 10^{-6} \,.\, 7{,}761\, t + 10^{-6} \,.\, 0{,}004\ 00\, t^2$$

zu lesen:

$$(16^{III}) = 1 + 10^{-6} \,.\, 7{,}671\, t + 10^{-6} \,.\, 0{,}004\ 00\, t^2.$$

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt** und **H. Haensch.**

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang. **März 1893.** Drittes Heft.

Ueber die Einwirkung lufthaltigen Wassers auf Aluminium.

Von

F. Mylius und **F. Rose.**

Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

In der letzten Zeit sind vielfache Versuche über die Veränderungen des Aluminiums bei der Berührung mit wässrigen Flüssigkeiten angestellt worden, wobei man vorwiegend die Frage nach der Verwendung des Metalls zu Mess- oder Trinkgefässen im Auge hatte. Ueber diese Frage hat von den verschiedensten Seiten ein Meinungsaustausch stattgefunden, welcher hier nicht berührt werden soll. Die Korrosionserscheinungen, welche an der Oberfläche des Metalls bei der Einwirkung des Wassers beobachtet werden, sind auch den Lesern dieser Zeitschrift bereits durch einen Bericht des Herrn F. Goepel[1]) bekannt geworden. Im Anschluss daran soll hier auf eine Thatsache aufmerksam gemacht werden, welche, wie wir glauben, nicht allgemein bekannt ist.

Die bei der Berührung des Aluminiums[2]) mit Wasser beobachtete Oxydation zu Thonerde hat man auf die Zersetzung des Wassers zurückzuführen, dessen Sauerstoff sich mit dem Aluminium vereinigt, während der Wasserstoff in Freiheit gesetzt wird.

Lufthaltiges Wasser greift das Metall viel stärker an als reines Wasser. Bei Gegenwart von Luft kommt es nicht zur Abscheidung von Wasserstoff. Ehemals hatte man von einer derartigen Oxydation durch Luft die Vorstellung, dass sich einfach der Sauerstoff zu dem Metall addirt. Bei anderen Metallen hat man aber längst festgestellt, dass die Oxydation durch freien Sauerstoff an die Mitwirkung des Wassers gebunden ist. Auch bei dem Aluminium ist dies der Fall. Da das oxydirte Aluminium stets in Form des Hydrates auftritt, so ist man berechtigt, sich die Einwirkung des lufthaltigen Wassers[3]) auf das Metall etwa dem folgenden Schema entsprechend zu denken:

$$2\,Al + 3\,H_2O + 3O = 2\,Al(OH)_3.$$

Wir möchten nun darauf hinweisen, dass der Vorgang zwar nach seiner Vollendung in dieser Gleichung seinen Ausdruck findet, dass aber die Reaktion doch verwickelter ist, da hierbei stets noch ein fremder Körper auftritt, welcher sich im Wasser löst, nämlich das Wasserstoffsuperoxyd. Dass dies der Fall sein

[1]) *Diese Zeitschr. 1892 S. 419.*

[2]) Wir sprechen hier von dem unreinen Aluminium des Handels.

[3]) Das Hydrat, welches bei der Oxydation des Aluminiums an der feuchten Luft entsteht, hat nach Baille und Féry die Zusammensetzung Al_2O_3, $2\,H_2O$.

würde, war von vornherein wahrscheinlich in Anbetracht der mit anderen Metallen gemachten Erfahrungen.[1])

Schoenbein bereits hat gefunden, dass das Wasserstoffsuperoxyd unter ähnlichen Bedingungen bei der Oxydation des Zinks entsteht, und man hat diese Beobachtung in neuerer Zeit technisch für die Gewinnung des Wasserstoffsuperoxyds zu verwerthen gesucht. Kupfer und Blei geben ebenfalls zur Entstehung des Körpers Veranlassung. M. Traube[2]) hat in den letzten Jahren diese Reaktionen besonders sorgfältig studirt.

Es ist höchst merkwürdig, dass ein Körper von dem Reduktionsvermögen des Aluminiums zur Entstehung von Wasserstoffsuperoxyd Veranlassung giebt, während doch das Wasser für sich weder durch freien Sauerstoff noch durch Ozon oxydirt wird; auf die theoretische Erklärung dieses Vorganges wollen wir hier nicht eingehen.

Lässt man in einem zylindrischen Glasgefäss ein Stück frisch geputztes Aluminiumblech 24 Stunden lang mit lufthaltigem Wasser in Berührung und giesst dann die Flüssigkeit ab, so erscheint die Oberfläche des Bleches merklich oxydirt, die Lösung aber enthält nachweisbare Mengen Wasserstoffsuperoxyd. Zur Erkennung desselben ist es nöthig, der Flüssigkeit einige Tropfen Jodzinkstärkelösung zuzufügen. Man bemerkt zunächst keine Veränderung; versetzt man die Mischung jetzt aber mit einer Spur Eisenvitriol, so erscheint sogleich eine deutliche Blaufärbung, welche, von der Bildung von Jodstärke herrührend, die Anwesenheit des Wasserstoffsuperoxyds anzeigt.

Wenn man das Aluminium mit luftfreiem Wasser in Berührung lässt, so erhält man diese charakteristische Blaufärbung nicht; der freie Sauerstoff ist also bei der Entstehung des Wasserstoffsuperoxyds nicht zu entbehren.

Mit Hilfe der angewandten Reaktion, welche eine ausserordentliche Schärfe besitzt, ist man auch im Stande, die kleinen Mengen des Oxydationsproduktes, um die es sich handelt, quantitativ zu bestimmen. Wir verfuhren dabei in der Weise, dass in einem bestimmten Volumen der zu prüfenden Lösung mit den Reagentien die Blaufärbung erzeugt wurde, und dass man andererseits mit einer Wasserstoffsuperoxydlösung bestimmten Gehaltes diejenige Verdünnung herstellte, welche nach Aufnahme der genannten Reagentien die gleiche Farbenintensität zeigte. Die Menge des Superoxyds in der zu prüfenden Lösung war dann durch die Vergleichslösung bestimmt. Ein besonderer Mangel dieser Methode besteht darin, dass die erhaltenen Blaufärbungen durch die Gegenwart des Eisensalzes nach einiger Zeit verblassen; man kann diesem Mangel begegnen, indem man die nöthigen Verdünnungen und Vergleichungen in wenigen Minuten zu Ende führt; geschieht dies, so lässt sich gegen die Bestimmungen nach dieser Methode nicht viel einwenden; ein Fehler von 10 oder 15 % des Resultats kann freilich leicht vorkommen, er ist aber für den vorliegenden Zweck ohne wesentliche Bedeutung.

Die Versuche wurden mit zweierlei Blechsorten aus Aluminium ausgeführt, dessen Analyse die folgenden Verunreinigungen ergab:

[1]) Möglicherweise ist auch schon von anderer Seite die Entstehung des Wasserstoffsuperoxyds beobachtet worden, ohne dass uns dies bei der ausgebreiteten chemischen Literatur bekannt geworden ist.

[2]) Siehe die zahlreichen wichtigen Arbeiten M. Traube's in den *Berichten der D. chem. Gesellsch. Jahrg. 15 bis 22.*

Silicium . . . . 0,72 %,
Eisen . . . . 0,53 %,
Kupfer . . . . 0,15 %.

Da man zweifelte, ob das Blech an allen Stellen homogen sei, so wurden daraus eine Anzahl kleiner rechteckiger Stücke geschnitten, deren jedes 16,25 *qcm* (6,5 × 2,5 *cm*) gross war; die auf beiden Seiten benetzten Bleche wirkten daher mit einer Oberfläche von 32,5 *qcm*. Die Stücke aus dem 0,5 *mm* starken Blech I wogen etwa 1,3 *g*, die aus dem 1 *mm* starken Blech II gegen 4,3 *g*.

Die Reinigung der einzelnen Blechstücke geschah durch Reiben mit Wasser und geglühter Kieselsäure; die äusserste Oberfläche wurde dabei unter augenscheinlicher Oxydation entfernt; die geputzten Bleche erschienen mattglänzend und wurden leicht benetzt. Nach dem Abspülen mit Wasser wurden sie sogleich in zylindrische Glasflaschen mit weitem offenen Halse gebracht, in welchen sich 50 *ccm* lufthaltigen Wassers befanden. Die Bleche lehnten sich steil gegen die Wand des Gefässes; das Niveau der Flüssigkeit fiel etwa mit der oberen Kante des Bleches zusammen. Im Laufe der Versuchsdauer wurden nun kleine Mengen der Flüssigkeit zu den Reaktionen verbraucht; mit der Verringerung der Flüssigkeitshöhe verkleinerte sich dann auch der benetzte Theil des Bleches, sodass das Verhältniss der wirkenden Flüssigkeitsmenge zur benetzten Oberfläche des Metalles immer im Wesentlichen das gleiche blieb; die erhaltenen Werthe sind daher direkt mit einander vergleichbar. Die Temperatur bei der Digestion war 12 bis 20°.

In der Tabelle (a. f. S.) sind die kleinen Mengen von Wasserstoffsuperoxyd, welche nach Intervallen von mehreren Tagen in der Flüssigkeit aufgefunden wurden, auf 50 *ccm* und der besseren Uebersicht wegen auch auf 1 Liter der Flüssigkeit berechnet worden. Zu den Versuchsreihen 1 bis 5 diente das dünnere, zu 6 bis 11 das dickere Blech.

Aus dieser Zusammenstellung ergiebt sich:

1. Bei der Berührung von Aluminium, Wasser und Luft bei gewöhnlicher Temperatur tritt stets eine kleine Menge Wasserstoffsuperoxyd auf.
2. Die Menge des Wasserstoffsuperoxyds wächst mit der Dauer der Berührung, bis (hier nach etwa 14 Tagen) ein Maximum erreicht ist, welches sich eine Zeit lang konstant erhält.
3. Bisweilen findet schon nach kurzer Zeit eine Verminderung des Wasserstoffsuperoxyds statt (besonders deutlich bei Versuchsreihe 10).

Nach geschehener Einwirkung des Oxydationsmittels waren die Oberflächen der angewandten Bleche rauh und mit Thonerde bedeckt, neben welcher an einzelnen Stellen Eisenoxydhydrat sichtbar war. Wir verweisen hierüber auf die von Herrn Goepel gemachten Beobachtungen. Die Mengen der anhaftenden Oxyde sind von uns nicht bestimmt worden; sie bewegen sich für jedes einzelne Blechstück in Milligrammen und sind daher im Vergleiche zu den Mengen des Wasserstoffsuperoxyds relativ gross.

Wie die bereits weiter oben angeführte Analyse ergiebt, war das von uns angewandte Aluminium nicht rein; wir müssen daher darauf verzichten, etwas über die Oxydationsfähigkeit des reinen Metalls auszusagen.

Die Verunreinigungen sind auf die Menge und die Haltbarkeit des in Lösung gehenden Wasserstoffsuperoxyds von grossem Einfluss; besonders wirksam ist hier das Eisen, von dem das käufliche Aluminium naturgemäss nie ganz frei

ist. Eisen zerstört das Wasserstoffsuperoxyd in kurzer Zeit völlig, indem es sich zu Eisenoxydhydrat oxydirt.

Reaktion zwischen 32,5 *qcm* Oberfläche von Aluminiumblech und 50 *ccm* lufthaltigen Wassers.

A. Dünnes Blech I.

Versuchsreihe No.	Dauer der Digestion	*mg* Wasserstoffsuperoxyd in 50 *ccm*	*mg* Wasserstoffsuperoxyd auf 1 *l*
1	3 Tage	0,043	0,86
	15 „	0,29	5,9
	27 „	0,28	5,6
	39 „	0,33	6,6
	52 „	0,32	6,3
2	5 Tage	0,09	1,8
	15 „	0,20	4,0
	27 „	0,21	4,3
	39 „	0,21	4,3
	52 „	0,24	4,9
3	7 Tage	0,12	2,5
	19 „	0,21	4,3
	31 „	0,21	4,3
	42 „	0,24	4,9
	56 „	0,17	3,3
4	9 Tage	0,06	1,3
	19 „	0,21	4,3
	31 „	0,20	4,0
	42 „	0,18	3,6
	56 „	0,15	3,0
5	11 Tage	0,13	2,6
	23 „	0,23	4,6
	35 „	0,23	4,6
	48 „	0,23	4,6
	62 „	0,15	3,0

B. Dickes Blech II.

Versuchsreihe No.	Dauer der Digestion	*mg* Wasserstoffsuperoxyd in 50 *ccm*	*mg* Wasserstoffsuperoxyd auf 1 *l*
6	3 Tage	0,06	1,3
7	5 Tage	0,11	2,3
	15 „	0,16	3,3
	27 „	0,08 (?)	1,7 (?)
	39 „	0,10	2,0
	52 „	0,10	2,0
8	7 Tage	0,07	1,5
	15 „	0,13	2,6
	27 „	0,13	2,6
	39 „	0,15	3,0
	52 „	0,15	3,0
9	9 Tage	0,07	1,5
	19 „	0,18	3,6
	31 „	0,16	3,3
	42 „	0,18	3,6
	56 „	0,15	3,0
10	11 Tage	0,07	1,5
	19 „	0,12	2,5
	31 „	0,09	1,8
	42 „	0,07	1,5
	56 „	0,05	1,0
11	13 Tage	0,06	1,3
	23 „	0,10	2,0
	35 „	0,11	2,3
	48 „	0,13	2,6
	62 „	0,10	2,0

Aluminiumblech, welches scharf mit Eisenfeile eingerieben worden war, sodass einzelne Eisentheile in der Oberflächenschicht haften blieben, liess bei der Berührung mit lufthaltigem Wasser im Verlaufe von 10 Tagen keine Spur von Wasserstoffsuperoxyd entstehen, das Blech zeigte sich aber dort, wo ursprünglich die Eisentheilchen lagen, mit einer dicken braunen Schicht von Eisenrost bedeckt, während die entfernteren Theile des Aluminiums selbst wenig angegriffen waren; dasselbe ist also durch das Eisen vor der Oxydation geschützt worden.

Inwieweit das Silicium und das Kupfer die Bildung des Wasserstoffsuperoxyds beeinflusst, ist bisher von uns nicht untersucht worden.

Bei den oben beschriebenen Versuchen war das aufgefundene Wasserstoff-

superoxyd das Produkt einer lange dauernden Reaktion. Das Superoxyd ist selbst ein kräftiges Oxydationsmittel, welches bei der Berührung mit Metallen leicht zu Wasser reduzirt wird, während die Metalle den Sauerstoff aufnehmen. Es liegt daher auf der Hand, dass während der Versuchsdauer ein grosser Theil des ursprünglich entstandenen Wasserstoffsuperoxyds wieder verschwunden, d. h. zur Oxydation des Metalls verbraucht worden ist. Die bei unseren Versuchen beobachtete Konstanz des Gehaltes der Lösung bedeutet daher einen Gleichgewichtszustand zwischen zwei einander entgegen wirkenden Reaktionen; durch den Sauerstoff der Luft wird ebenso viel Wasserstoffsuperoxyd neu gebildet, als durch die Wirkung des Aluminiummetalls zerstört wird.

Unter besonders günstigen Bedingungen vermag man mit Hilfe der gleichen Menge Aluminium mehr Wasserstoffsuperoxyd zu erzeugen als bei den oben beschriebenen Versuchen. Die Bedingungen werden für die Entstehung des Superoxyds am günstigsten sein, wenn eine kleine Menge des Metalls in möglichst kurzer Zeit auf eine grosse Menge lufthaltigen Wassers einwirkt, weil dann das gebildete Superoxyd bald zu entfernten Orten strömt, wo es keine Gelegenheit hat, mit dem Metall in Reaktion zu treten. Es war daher nach den Erfahrungen mit anderen Metallen vorauszusehen, dass durch Schütteln lufthaltigen Wassers mit einem schwachen Aluminiumamalgam aus dem Aluminium relativ reichliche Mengen Wasserstoffsuperoxyd entstehen würden; dies hat sich auch bestätigt.

Das Aluminium ist nur wenig in Quecksilber löslich. Bei der Berührung beider Metalle unter Abschluss von Luft erhält man ausser einem festen Amalgam eine metallische Flüssigkeit, welche wie Quecksilber filtrirbar ist, sich aber an der Luft ausserordentlich leicht mit einer Oxydhaut bedeckt. Die Operationen mit dieser metallischen Aluminiumlösung müssen daher sehr schnell ausgeführt werden. Die Analyse eines derartigen flüssigen Amalgams[1]) ergab 0,0011 Prozent Aluminium, also eine Verdünnung von einem Theil des Metalls in etwa 90000 Theilen Quecksilber.

Bei dem Schütteln von 10 *g* dieses Amalgams mit 30 *g* Wasser waren bereits nach wenigen Sekunden kleine Mengen Wasserstoffsuperoxyd nachweisbar; dieselben verstärkten sich während des Schüttelns, um nach einigen Minuten wiederum abzunehmen und ganz zu verschwinden.

Für die quantitative Bestimmung werden 68 *g* dieses Amalgams in einer Literflasche mit 800 *ccm* lufthaltigen Wassers kräftig geschüttelt, und das in Lösung gegangene Wasserstoffsuperoxyd nach kurzen Intervallen bestimmt. Dabei ergab sich auf 800 *ccm* Flüssigkeit berechnet:

nach	20 Sekunden	0,13 *mg*	Wasserstoffsuperoxyd
„	40 „	0,16 „	„
„	1 Minute	0,16 „	„
„	1,5 „	0,16 „	„
„	2,5 „	0,11 „	„
„	3,5 „	0,08 „	„

Das Quecksilber erwies sich nunmehr als frei von Aluminium.

Das Maximum von 0,16 *mg* Wasserstoffsuperoxyd war hier also bereits in einer Minute erreicht worden; dies geschah bei Gelegenheit der Oxydation von

[1]) Es wurde hier nicht beabsichtigt, die Löslichkeit des Aluminiums in Quecksilber zu bestimmen.

0,75 *mg* Aluminium, welche in der angewandten Menge des Amalgams enthalten waren. Stoechiometrisch ausgedrückt bedeutet dies eine Molekel Wasserstoffsuperoxyd auf etwa 6 Atome des oxydirten Aluminiums. Wieviel Wasserstoffsuperoxyd bei diesem Versuch gebildet und zerstört worden ist, entzieht sich der Wahrnehmung. Jedenfalls trifft die von Traube[1]) ausgesprochene Ansicht, dass dem Wasserstoffsuperoxyd als Zwischenprodukt bei der Oxydation der Metalle durch Sauerstoff eine besonders wichtige Rolle zukommt, auch für das Aluminium zu.

Bei dem beschriebenen Versuche wurde das Wasserstoffsuperoxyd ausser durch das Aluminium selbst auch noch durch die Wirkung des Quecksilbers vermindert; wir haben uns überzeugt, dass Quecksilber bei dem Schütteln mit Wasserstoffsuperoxydlösung in Oxydul und bei Gegenwart von Salzsäure in Chlorür übergeführt wird.

Während sonach mit dem verdünnten Aluminiumamalgam die Bildung des Wasserstoffsuperoxyds leicht zu beobachten ist, wird dasselbe völlig verbraucht bei der stürmischen Oxydation des festen amalgamirten Aluminiums an der feuchten Luft. Die auffallende Erscheinung, welche dabei zu Tage tritt, ist von verschiedenen Seiten beschrieben worden.[2]) Wird oberflächlich amalgamirtes Aluminium der feuchten Luft ausgesetzt, so erwärmt es sich sehr lebhaft, und man sieht Bärte von amorphem Aluminiumhydrat schichtweise aus der Oberfläche emporwachsen.

Das Quecksilber wirkt hier offenbar entgegengesetzt wie das Eisen bei dem oben erwähnten Versuch; während dieses das Aluminium vor dem Angriff des Sauerstoffs schützt, indem es selbst oxydirt wird, wirkt die Gegenwart des Quecksilbers beschleunigend auf die Oxydation des Aluminiums ein. Man hat es hier mit Vorgängen zu thun, welche ihre Erklärung in den bei der Berührung der verschiedenen Metalle auftretenden elektromotorischen Kräften finden.

Auch Legirungen des Aluminiums mit anderen Metallen, welche Quecksilber enthalten, sind gegenüber Wasser und Luft wenig haltbar; man hat versucht, Aluminiumbronze mit quecksilberhaltigen Metallmischungen zu löthen; es hat sich aber gezeigt, dass da, wo die Löthstellen mit Wasser in Berührung kommen, sehr bald eine Oxydation des Aluminiums und im Zusammenhange damit ein Schadhaftwerden der Löthstellen erfolgt.

Charlottenburg, den 31. Januar 1893.

Ueber die Herstellung von Rotationsflächen zweiten Grades auf der Drehbank.

Von
Ludwig Mach in Prag.

Bei Herstellung von Kegeln, z. B. konischen Axen und Hähnen, mit dem Support bemerkt man oft, dass dieselben eine unvollkommene Form erhalten, wenn die Führungsgerade G des Stichels nicht genau durch die Drehbankaxe R hindurchgeht. Forscht man durch Versuche und Ueberlegung der Fehlerquelle nach, so ergiebt sich, dass jedesmal, wenn die gegen R geneigte Gerade G neben R vorbeigeht, ein Rotationshyperboloid entsteht. Es ist nämlich einerlei, ob man

---

[1]) M. Traube, *Berichte d. D. Chem. Ges.* **18**. *S. 1877.*

[2]) Zuerst beobachtet von Jehn und Hinze, *Ber. d. Chem. Gesellsch.* **7**. *S. 1498*, zuletzt von E. O. Erdmann, *Wiedem. Ann.* **48**. *Verhandl. d. Physik. Gesellsch. zu Berlin.* **11**. *No. 7. S. 780. (1893.)*

sich das um R rotirende Material durch die feststehende Führungsgerade G des Stichels abgeschnitten, oder die mit R festverbundene Gerade G um R rotirend und die Oberfläche des Materialstückes erzeugend denkt, welcher letztere Vorgang eben die bekannte Darstellung des Rotationshyperboloides ist. Bei Parallelismus von R und G geht das Hyperboloid in einen geraden Kreiszylinder über, hingegen in einen geraden Kreiskegel, wenn R von G geschnitten wird, und endlich in eine Ebene, wenn G senkrecht zu R steht.[1])

Nachdem ich auf diese Weise die leichte Herstellbarkeit einer besonderen Rotationsfläche zweiten Grades kennen gelernt hatte, legte ich mir die Frage vor, ob nicht durch Anwendung anderer Stichelführungskurven auch noch andere Rotationsflächen zweiten Grades gewonnen werden könnten. Die Führung im Kreise schien zunächst keinen Vortheil zu bieten, da im Allgemeinen nur die zur Rotationsaxe senkrechten Schnitte Kreise sind, womit sich aber aus naheliegenden Gründen praktisch nichts anfangen lässt. Dagegen bemerkt man, dass die gegen die Rotationsaxe schiefen Schnitte innerhalb gewisser Grenzen immer Ellipsen sind. Da nun die Stichelführung in der Schnittellipse einer als gegeben gedachten Rotationsfläche noch verhältnissmässig leicht ist, so liegt der Gedanke einer praktischen Anwendung dieser Führung nahe. Man kann sich hierbei wieder die herzustellende Rotationsfläche, bezw. ein Stück derselben, durch Rotation jener mit R fest verbundenen Schnittellipse E um R beschrieben denken, wobei natürlich wegen der Symmetrieverhältnisse die Hälfte von E genügt.

Es sei beispielsweise ein Stück eines Rotationsparaboloides mit der Scheitelgleichung $y = \sqrt{2px}$ der Meridiankurve (etwa als Schleifschale für einen Spiegel) herzustellen. Hier wird man wegen der Wichtigkeit des Scheitels die Schnittellipse E (in der Fig. 2 a. f. S. durch eine Gerade angedeutet) durch den Scheitel führen. Ist x_1

[1]) Da der in einer Horizontalebene drehbare Oberschlitten eines Supports sich mittels einer Gradtheilung sehr exakt parallel der Axe stellen lässt und ein Fehler im Parallelismus der Spindel und des Supportschlittens zum Prismabett bei den jetzigen Bänken auf ein Minimum reduzirt ist, so gehört wohl ein in diesen beiden Faktoren begründeter (hyperboloidischer) Formfehler beim Zylinderdrehen zu den Seltenheiten. Dagegen ist der beim Kegeldrehen mögliche Formfehler recht häufig, und seine Ursache ist in der mangelhaften Sticheleinstellung auf die Spitzenhöhe zu suchen. Man bewerkstelligt diese nämlich so, dass man den Stichel durch Unterlegen kleiner Blechstückchen so lange erhöht, bis seine Schneidekante die Rotationsaxe trifft. Die bei exakten Arbeiten sehr störenden Mängel dieses primitiven Einstellverfahrens glaube ich durch die in nebenstehender Fig. 1 dargestellte kleine Vorrichtung gehoben zu haben. Der entsprechend verstärkte Supportschlitten $a\,a$ trägt einen zylindrisch ausgedrehten, mit einem Gewinde versehenen Hohlzylinder, in welchen ein Metallklotz $b\,b$ dicht eingelassen ist und sich mittels eines Spitzenschlüssels auf- und abschrauben lässt. Die Spannklaue k dient zum Anklemmen des Stahles an den Klotz $b\,b$. Durch Auf- und Abschrauben dieses Stückes stelle ich nun den Stichel auf die Spitze eines in die Spindel laufend eingesteckten Stahlkernes (Kegel aus Stahl, der in eine feine laufende Spitze ausgeht) ein. Sodann wird an einem eingespannten Stückchen Messing ein Kegel angedreht und eventuell vorgefundene Formfehler desselben durch kleine Vertikalverschiebungen des Stichels (mittels b) und durch wiederholtes Ueberdrehen mit demselben so lange korrigirt, bis ein an die Seite desselben angelegtes Stahllineal nicht mehr hohl liegt.

Fig. 1.

die Axenlänge, y_1 der Radius des Endquerschnittes, so ergiebt sich durch Konstruktion oder Rechnung für den Neigungswinkel ω der Ebene von E gegen die Axe:

$$tg\,\omega = \sqrt{\frac{2\,p}{x_1}},$$

und für die Axen von E:

$$\alpha = \frac{x_1}{\cos\omega}, \quad \beta = \sqrt{\frac{p\,x_1}{2}}.$$

Selbstverständlich muss die Führungsellipse so gelegt werden, dass der Endpunkt von α in R zu liegen kommt und die durch α senkrecht zu E gelegte Ebene R in sich aufnimmt. Der Vorgang bleibt im Wesentlichen derselbe, wenn ein Rotationsellipsoid oder -Hyperboloid herzustellen ist, nur die Bestimmungsstücke der Führungsellipse werden andere.

Fig. 2.

Zur Führung des Stichels in einer Ellipse verwende ich eine Vorrichtung, die ich bei der Konstruktion eines Ellipsenzirkels gefunden habe. Eine Zahnscheibe A_1 vom Radius $R/2$ (Fig. 3) wird in einem innen verzahnten feststehenden Ringe A vom lichten Halbmesser R mit einer im Ringkranze A konaxial beweglichen Scheibe S unter dichtem Anschlusse an die Verzahnung herumgeführt. Spannt man auf die kleine Vollscheibe einen Stichel, so wird derselbe, wenn er im Zentrum derselben fixirt wird, einen Kreis, wenn er sich an einem Punkte der Peripherie befindet, eine Gerade, und endlich, wenn er an irgend einem anderen Punkte der Scheibenfläche fixirt wird, eine Ellipse beschreiben, deren grosse und kleine Halbaxe gleich den Längen der Abschnitte des durch den Stichelfixirungspunkt gezogenen Diameters sind[2]). Damit die Schneide-

Fig. 3.

[2]) Vollführt das Zentrum o des kleinen Kreises einen Vollumlauf im grossen Kreise O (Fig. 4), so dreht sich der erstere zweimal um seinen Mittelpunkt o, während zugleich zwei

Fig. 4.

Fig. 5.

beliebige Durchmesserenden m und n desselben auf den Koordinatenaxen $x\,x_1$ und $y\,y_1$ gleiten. Dies benützend, kann man die laufenden Koordinaten eines beliebigen Punktes N (Fig. 5) be-

kante des Stichels eine bestimmte Orientirung beibehält, ist derselbe auf einer zur Scheibe A_1 senkrechten Axe drehbar angebracht und mit einem Schlitten versehen, der in einem zwischen den Führungsstiften c und d beweglichen Lineale L hin- und hergleitet. Da, wie schon erwähnt, der Stichel bloss in einer Halbellipse geführt wird, so ist der eine Arm der Gleitschiene ganz kurz genommen. Die Bewegungsebene dieser Stichelführung wird in die Ebene der Schnittellipse E (Fig. 2) derart

---

stimmen. $mN = b$, $Nn = a$; ferner ist: $x = b\cos\alpha$ und $y = a\sin\alpha$, woraus man schon ersieht, dass der Punkt N eine Ellipse beschreibt. Führt man die Formel weiter aus, so erhält man:

$$y = \pm\frac{a}{b}\sqrt{b^2 - x^2} \text{ oder } \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

Dieser Vorrichtung liegt dasselbe Prinzip zu Grunde wie den gewöhnlichen Ellipsenzirkeln, die aus einem mit zwei Stiften in einer rechtwinklig ausgeschnittenen Platte gleitendem Lineale, das den Bleistift trägt, bestehen. Ich erinnere hier an die zur Zeit Leonardo da Vinci's gebräuchlichen Instrumente und an die zahlreichen in *Dingler's Polytech. Journal* angegebenen Konstruktionen, unter anderem an die von Hamann u. Hempel (*Bd. 86*), Hofer (*Bd. 167*), Thomas (*Bd. 184*) und Adam (*diese Zeitschrift 1891. S. 288*) gefundenen.

Die mechanische Ausführung eines aus zwei Zahnrädern bestehenden Ellipsenzirkels ist sehr einfach, weswegen ich die Konstruktion eines solchen in der schematischen Fig. 6 angedeutet habe. Die beiden Zahnräder A und A_1 sind bei dieser Form der Ausführung durch die ausziehbare Triebstange TT mit einander gekuppelt. Die Federn f und g pressen dieselbe an die Zahnräder an. Das Rad A ist auf einen feststehenden Massivkegel, der den Fuss des Apparates

Fig. 6.

bildet, konzentrisch aufgeschraubt. Um diesen Kegel kann nun der Arm M, der den Träger des verschiebbaren Zahnrädchens A_1 bildet, gedreht werden. An der Axe von A_1 ist der Arm l angebracht und auf diesem bewegt sich der Schreibstiftschieber. Die Theilungen tt und t_1t_1 lassen sich mittels der beiden Indizes i_1 und i ablesen. Summirt man diese beiden Ablesungen, so erhält man die Länge der grossen Halbaxe, wogegen die Differenz derselben die Länge der kleinen halben Axe ergiebt. Ich bemerke noch, dass diese Vorrichtung eine vollständig freie Wahl der Axenlängen gestattet, wogegen bei der in Fig. 3 beschriebenen Vorrichtung dies nicht der Fall ist, da die Summe der Halbaxen immer gleich dem Durchmesser der beweglichen Scheibe sein muss. Würde man also obige Vorrichtung zur Herstellung von Paraboloiden verwenden wollen, so müsste man je nach den Dimensionen und Verhältnissen der herzustellenden Objekte entweder einige derartige Apparate vorräthig haben, oder einen einzigen, diesem Ellipsenzirkel analog konstruirten, verwenden. Den in Fig. 3 dargestellten Apparat habe ich in Eschenholz exakt ausgeführt und mittels desselben auf der Bank sehr schöne Paraboloide hergestellt, weshalb ich glaube, dass man mit einem in Metall ausgeführten Objekte sehr gut arbeiten könnte. Auf verschiedene Details betreffs des Stichelprofils und der Schärfung desselben, ferner auf die Modifikationen der Stichelführung bei der Herstellung eines Hohlparaboloids will ich hier nicht eingehen.

eingebracht, dass (bei dem im übrigen durch die Wahl der Zahnradradien richtig vorgesehenen Axenverhältnisse derselben) sich die Stichelspitze genau in der Kontur der Schnittkurve bewegt.

Oft ist es sehr wichtig, zu einem Paraboloide (beispielsweise bei der Anfertigung von parabolischen Spiegelschleifschalen) das genau zugehörige Hohlparaboloid anfertigen zu können. Zu diesem Zwecke braucht man nur bei sorgfältiger Wahrung der übrigen, schon erwähnten Einstellbedingungen die Ellipse E (Fig. 2) in die Lage E_1 zu bringen, wobei der Winkel $\omega_1 = \omega$ ist, und mit der nun neu orientirten Führungsellipse in das Material einzudrehen.

Fig. 7.

Von Interesse ist noch folgender Spezialfall. Denkt man sich, dass ein herzustellendes Rotationsellipsoid in eine Kugel übergeht, so verwandelt sich die Schnittellipse in einen Kreis. Obgleich man auch diese Führung mit der oben beschriebenen Vorrichtung bewerkstelligen kann, ist es doch zweckmässig, den Stichel mittels einer einfachen Axe im Kreise zu führen. Ist pq (Fig. 7) ein Stück eines Meridianes und R eine durch den Mittelpunkt der herzustellenden Kugelfläche gehende Axe, so wird man, um eine Kugelkalotte zu erhalten, den Schnittkreis vom Radius r (in der Figur durch die Gerade r dargestellt) durch R legen und in seiner Peripherie den Stichel führen, wobei die mit der Mittelpunktssenkrechten zusammenfallende Rotationsaxe $s\,s_1$ desselben R im Krümmungsmittelpunkte o der Kugel durchschneidet. Um die zu dieser konvexen Kugelschale zugehörige Konkavschale herzustellen, braucht man nur dem Führungskreis die in der Figur punktirte Stellung zu ertheilen, bei welcher die Mittelpunktssenkrechte die Gerade R im Krümmungsmittelpunkte der herzustellenden Hohlkugel schneidet[3]. Auf diese Weise könnte man zwei gut aufeinander passende Schleifschalen aus dem Radius drehen. Da jedoch die Neueinstellung des Führungskreises mit Fehlern behaftet ist und man auf diese Weise die zweite Schale nicht mit genügender Präzision anfertigen könnte, so habe ich eine Vorrichtung erdacht, mit welcher man Konkav- und Konvexschalen von genau demselben Radius herzustellen in der Lage ist, ohne die Einstellung des Führungskreises ändern zu müssen.

Es stellt BB in Fig. 8 a. f. S. eine stabil aufgestellte Bank vor, deren Spindeldocke D und Support P sich auf dem genau gearbeiteten Prismabett verschieben lassen. Der wie gewöhnlich senkrecht zum Prisma verschiebbare Support bildet den Träger der Kugeldrehvorrichtung, die wiederum aus dem drehbaren Lagerträger K besteht, in welchem eine nach Art eines Kathetometerfernrohres um-

[3]) Meine Versuche, Kugelkalotten nach der oben auseinandergesetzten Methode aus dem Radius zu drehen, habe ich mittels einer Kürger'schen Bohrspindeldocke ausgeführt. Ein rechtwinklig gebogener, rund geschliffener Stichel wurde in dieselbe eingepasst und derart zur Spindel orientirt, dass er bei seiner Kreisbewegung durch die Rotationsaxe hindurchging, wobei die Spindel der Docke (Mittelpunktssenkrechte) die Axe im Kugelzentrum schnitt. In diesem Falle führte ich den Stichel nicht in seiner halben Führungskurve langsam hin und her, sondern liess ihn vielmehr im Vollkreise rasch rotiren, während die Drehbankspindel äusserst langsam umlief. Die Arbeit ging schnell von Statten und lieferte sehr saubere Probestücke.

legbare, hohle mit einem Schneckenrade oder einem Schnurwirtel *w* versehene Stahlspindel *e h* liegt. In ihrem Inneren verbirgt dieselbe ein mit Fadenkreuz und Okularprisma ausgestattetes Fernrohr, das bei der genauen Winkeleinstellung der Hohlspindel zur Drehbankaxe verwendet wird. Ausserdem befindet sich in mehreren Metern Entfernung von der Bank eine an der Wand angebrachte Skale, deren Theilung unter Zuhilfenahme des auf die Axe senkrecht aufgesetzten Spiegelchens *u* in dem erwähnten Fernrohr abgelesen werden kann[4]). Die Genauigkeit der Orientirung von *e h* zur Drehbankaxe wäre durch eine einmalige korrekte

Fig. 8.

Aufstellung von Bank und Skale garantirt. Will man nun zu einer konvexen Fläche die zugehörige konkave von demselben Krümmungsradius drehen, so setzt man die Spindeldocke *D* auf die andere Seite des Supports und schiebt diesen auf seinem Schlitten in der Richtung des Pfeiles so weit zurück, bis der sammt Axe in den Lagern umgelegte Stichel wieder durch die Rotationsaxe der Bank hindurchschlägt. Das Arbeitsstück setzt man auf das zweite Spindelgewinde. Möglicherweise könnte man mit diesem Apparate Gläser von beliebig grossen Krümmungsradien direkt aus dem Radius schleifen und poliren[5]).

Es ist vielleicht nicht ganz unnütz, diese, wenn auch nahe liegenden Gedanken hier ausgeführt zu haben.

[4]) Das senkrechte Aufsetzen des Spiegelchens gelingt, wie ich mich überzeugt habe, schon sehr leicht, wenn man es mittels dreier Wachspfropfen auf die Axe klebt. Solider und um vieles besser sind natürlich drei durch Federzug aufsitzende Spitzschräubchen.

[5]) **Huygens** hat in seiner Schrift „*Commentarii de formandis poliendisque vitris*“ (enthalten in *Christiani Hugenii opuscula postuma, Lugduni Batavorum apud Cornelium Boutesteyn, 1703*) seine Methoden zur Ausführung von Schleifschalen genau beschrieben. Auch das Schleifen aus dem Radius scheint er gelegentlich ausgeübt zu haben. Die von ihm stammende Methode, mittels einer Stange von der Länge des Krümmungsradius aus dem Radius zu schleifen, kann aus naheliegenden Gründen natürlich nur bei der Herstellung kleiner Objektive angewendet werden. Es wäre wohl des Versuches werth, nach der von mir vorgeschlagenen Methode ein Objektiv probeweise aus dem Radius zu schleifen und zu poliren, denn ich habe in einem Werke eine Notiz von einer geheim gehaltenen Schleifmaschine gefunden, von welcher man behauptet, dass sie zum Poliren (aus dem Radius) einer Anzahl sehr berühmter Objektive gedient habe. Es wurde mir auch noch nach Beendigung meiner Versuche mitgetheilt, dass die hier vorgeschlagene Methode des Kugeldrehens unter der Hand zur geschäftlichen Ausnützung verkauft wird. Da ich jedoch auf Umwegen im Laufe der Zeit die Sache selbständig gefunden habe, sehe ich mich nicht veranlasst, dieselbe zu verschweigen.

Quecksilber-Kompensationspendel neuer Konstruktion.

Von
S. Riefler,
Ingenieur und Fabrikbesitzer in München.

I.

Von den verschiedenartigen bisher angewendeten Kompensationspendeln giebt bekanntlich das von dem Engländer Graham im Jahre 1721 erfundene Quecksilber-Kompensationspendel die besten Resultate, weshalb wir dasselbe nahezu bei allen astronomischen und anderen Präzisions-Pendeluhren angewendet finden. Allein dieses Pendel hat auch grosse Nachtheile, welche darin bestehen, dass dasselbe schlecht wirkt, wenn die Temperatur in verschiedenen Höhenschichten ungleich ist, sowie wenn plötzliche Temperaturschwankungen vorkommen. Ferner hat dasselbe eine für die Durchschneidung der Luft ungünstige Gestalt, weshalb die Aenderungen des Luftdruckes (Barometerstandes) den Gang einer Uhr mit solchem Pendel verhältnissmässig stark beeinflussen. Diese Nachtheile werden beinahe vollständig vermieden bei dem von mir konstruirten, durch D. R. P. No. 60059 geschützten Quecksilber-Kompensationspendel. (Vgl. das kurze Patent-Referat in *dieser Zeitschr. 1892 S. 149.*)

Dasselbe (vgl. Figur a. f. S.) besteht aus einem Mannesmann-Stahlrohr von 16 *mm* Weite und 1 *mm* Wandstärke, welches bis auf die Höhe von etwa $^2/_3$ seiner Länge mit Quecksilber gefüllt ist. Das Pendel hat ausserdem eine mehrere Kilogramm schwere Metalllinse von einer die Luft gut durchschneidenden Form, und unterhalb derselben sind scheibenförmige Gewichtskörper für die Korrektur der Kompensation aufgeschraubt, deren Anzahl man zu diesem Zwecke nach Bedarf vermehren oder vermindern kann. Während beim Graham-Pendel die Korrektur durch Veränderung der Höhe der Quecksilbersäule bewirkt wird, indem so lange Quecksilber zu- oder ausgegossen wird, bis die Kompensation erreicht ist, wird dieselbe also bei diesem Pendel durch Aenderung des Pendelgewichtes herbeigeführt und die Höhe der Quecksilbersäule bleibt stets unverändert.

Wenn beispielsweise die Kompensationswirkung des Pendels zu schwach wäre, so müsste, um dieselbe zu verstärken, durch Hinwegnahme einer oder mehrerer solcher Kompensationsscheiben das Pendel leichter gemacht werden, während bei einer sich zeigenden Ueberkompensation solche Scheiben hinzugefügt werden müssten.

Eine derartige Berichtigung der Kompensation ist jedoch nur dann vorzunehmen, wenn das Pendel von mittlerer Sonnenzeit, für welche es berechnet ist, auf Sternzeit eingestellt werden soll. In diesem Falle ist eine Gewichtsscheibe von 110 bis 120 *g* aufzuschrauben, damit die Kompensation wieder richtig ist. Dieselbe findet alsdann ihren Platz zwischen den, bei jedem Pendel vorhandenen beiden Kompensationsscheiben von je etwa 50 *g* Gewicht, deren jede einer Kompensationsänderung von 0,005 Sekunden täglich entspricht. Diese letzteren Scheiben wären, da die Kompensationswirkung des Pendels sich ganz genau berechnen lässt, eigentlich nicht nöthig, doch sind sie angebracht, um für alle Fälle die Möglichkeit einer Berichtigung der Kompensation zu gewähren.

Um die Berechnung der Kompensationswirkung durchführen zu können, ist es nothwendig, die Wärmeausdehnungskoeffizienten des Stahlrohrs, des Quecksilbers, sowie des Materials, aus welchem die Linse besteht (Rothmetall), genau zu kennen.

Der Ausdehnungskoeffizient der Linse ist von untergeordneter Bedeutung, da die beiden Regulirschrauben, durch welche die Linse eingestellt und am Stahlrohr befestigt wird, — zu letzterem Zwecke wird die obere aufwärts und die untere abwärts geschraubt, — in der Mitte der Linse angebracht sind; eine kleine Abweichung spielt also keine Rolle. Der Ausdehnungskoeffizient der Linse ist daher in der Berechnung der sämmtlichen Pendel zu 0,000018 angesetzt, während derjenige des Quecksilbers zu 0,00018136 angenommen wurde, als dem besten Werthe, der bis jetzt für chemisch reines Quecksilber, wie es hier verwendet wird, gefunden worden ist.

Von grösstem Einfluss ist jedoch der Ausdehnungskoeffizient des Stahlrohres. Dieser wird daher für jedes einzelne in meiner Fabrik auszuführende Pendel in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt durch Herrn Professor Dr. Leman festgestellt, wobei sich ergeben hat, dass dieser Ausdehnungskoeffizient bei einer grösseren Anzahl Stahlröhren, welche bis jetzt untersucht worden sind, zwischen 0,00001034 und 0,00001162 liegt. Die Genauigkeit, mit welcher diese Messungen in obiger Anstalt ausgeführt werden, ist so gross, dass der Kompensationsfehler, welcher aus einer etwaigen Abweichung des von der Reichsanstalt ermittelten Ausdehnungskoeffizienten vom wahren Werthe desselben sich ergiebt, für 1° C. nicht mehr als ±0,0017 Sek. beträgt. Da die Genauigkeit, mit welcher die Kompensationsberechnung von mir für jedes einzelne Pendel ausgeführt wird, einen nennenswerthen Fehler der Kompensation überhaupt ausschliesst, bin ich in der Lage, dafür garantiren zu können, *dass der wahrscheinliche Kompensationsfehler dieser Pendel die Grösse von ± 0,005 Sekunden pro Tag und ± 1° C. Temperaturunterschied nicht überschreiten wird.*

Eine nachträgliche Berichtigung der Kompensation fällt daher hier weg, während bekanntlich bei allen anderen Pendeln eine solche nothwendig ist, theils, weil die Ausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien keineswegs für jeden einzelnen Fall thatsächlich ermittelt, sondern lediglich generell angenommen werden, andererseits aber auch deshalb, weil keine der bis jetzt bekannten Formeln für die Kompensationsberechnung ein genaues Resultat ergeben kann, da dieselben wesentliche Einflüsse, insbesondere den des Gewichtes der einzelnen Theile des Pendels, unberücksichtigt lassen. Die Formeln stützen sich auf die Voraussetzung, dass diese Aufgabe auf rein geometrischem Wege zu lösen sei, während eine exakte Lösung derselben nur mit Hilfe der Mechanik möglich ist.

Quecksilberfüllung.

Auf die umfangreichen und ziemlich komplizirten Rechnungen nach der von mir angewendeten Methode soll später näher eingegangen werden; hier will ich nur erwähnen, dass die ganze Berechnung darauf hinausgeht, bei gegebenen Dimensions- und Gewichtsverhältnissen der Quecksilbersäule und des Stahlrohres das für den jeweiligen Ausdehnungskoeffizienten des letzteren zulässige, bzw. erforderliche Linsengewicht zu ermitteln, zu welchem Zwecke sowohl die statischen als auch die Trägheitsmomente der sämmtlichen Theile des Pendels zu ermitteln sind und zwar für verschiedene Temperaturen.

Die Regulirung des Uhrganges dieser Pendel, welche auf die Kompensation selbstverständlich nahezu ohne Einfluss ist, kann auf dreierlei Art ausgeführt werden:

1. Die grobe Regulirung durch Auf- und Abwärtsschrauben der Linse;

2. eine feinere Regulirung durch Auf- und Abwärtsschrauben der Korrektionsscheiben;

3. die ganz feine Regulirung durch Anwendung von Zulagegewichten.

Diese letzteren werden auf einen an einer bestimmten Stelle des Pendelrohres angebrachten Becher aufgelegt. Ihre Form und Grösse ist so gewählt, dass sie bequem aufgelegt oder abgenommen werden können, während das Pendel ununterbrochen fortschwingt. Das Gewicht derselben steht in einem bestimmten Verhältniss zum statischen Moment des Pendels und ist so bemessen, dass das Zulagegewicht dem Pendel innerhalb 24 Stunden eine bestimmte Beschleunigung ertheilt, deren Grösse in Sekunden ausgedrückt auf jedem Zulagegewicht markirt ist.

Jedem Pendel werden deshalb beigegeben: Zulagegewichte aus Neusilber für eine tägliche Beschleunigung von je 1 Sekunde, ferner solche aus Aluminium für eine Beschleunigung von 0,5 und 0,1 Sekunden.

Eine an der Rückwand des Uhrkastens anzubringende Metallklappe umklammert, wenn sie in die Höhe geschlagen ist, das Pendel dergestalt, dass dasselbe gegen Drehbewegung geschützt ist, wenn es regulirt wird, so dass die Pendelfeder hierbei keine Verletzung erleiden kann. Ferner ist zur Ablesung des Schwingungsbogens am untersten Ende des Pendels ein Zeiger, oder wenn die Ablesung durch ein am Uhrgehäuse anzubringendes Fernrohr mit Fadenkreuz erfolgen soll, das Schwingungsmaass angebracht. Die letztere Einrichtung ermöglicht eine direkte Ablesung des Schwingungsbogens bis auf einzelne Bogenminuten und eine Schätzung desselben bis zum 10. Theil dieses Betrages.

Das Pendel ist bis jetzt als Sekundenpendel und als $^3/_4$ Sekundenpendel ausgeführt worden. Das Gewicht eines Sekundenpendels beträgt gegen 6 *kg*.

Die wesentlichen Vorzüge dieses Pendels gegenüber den bisherigen Quecksilber-Kompensationspendeln sind folgende:

1. Dasselbe folgt schneller den Temperaturänderungen, weil hier ein geringeres Quecksilberquantum auf eine grosse Länge des Pendelstabes vertheilt ist, während dort die gesammte, wesentlich grössere Quecksilbermasse in einem Gefäss am untersten Ende des Pendelstabes sich befindet.

2. Aus diesem Grunde haben hier auch etwaige Ungleichheiten der Temperatur der Luft in verschiedenen Höhen des Pendels keinen so störenden Einfluss wie bei jenem Pendel.

3. Dasselbe wird durch die Veränderung des Luftwiderstandes nicht so stark beeinflusst als jenes, weil die Hauptmasse des Pendels eine linsenförmige Gestalt hat und daher die Luft leicht durchschneidet.

4. Diese Pendel sind schon kompensirt und daher fällt die bei allen anderen Kompensationspendeln nothwendige und meistens nur durch langwierige Versuche zu erreichende Korrektur der Kompensation weg.

Von diesen Pendeln ist bereits eine grössere Anzahl ausgeführt, wovon einige schon länger als ein Jahr im Gange sind. Die exakte Wirkung dieser von mir auf rein theoretischem Wege gefundenen Kompensation ist durch die in verschiedenen Temperaturen ermittelten Gangresultate vollständig bestätigt worden. Im Folgenden sei zum Beweise hierfür ein Auszug aus einer, an der kgl. Stern-

warte zu München aufgenommenen Gangtabelle der astronomischen Uhr Riefler No. 1 mitgetheilt. Dieselbe bezieht sich auf das erste mit No. 1 bezeichnete Pendel dieser Art, welches nach seiner Fertigstellung Ende Juli 1891 die Probe bestehen sollte und zu diesem Zwecke in die genannte, an der Münchener Sternwarte aufgestellte astronomische Uhr eingehängt wurde.

Tabelle I.

Datum der Zeitbestimmung	Beobachteter tägl. Gang	Mittl. tägl. Gang der Beobacht. Serie	Temperatur	Mittl. Barometerstand zwischen zwei Beob.	Mittl. Barometerstand der ganzen Serie	Auf 715,83 *mm* Barom. red. Gang
	Sekunden	*Sekunden*	C°	*mm*	*mm*	*Sekunden*
1891 Sept. 1			+ 19°,4			
	− 0,06			715,5		
2			+ 20,6			
	− 0,07			717,5		
3			+ 21,3			
	+ 0,06			717,8		
7			+ 18,6			
	+ 0,08	+ 0,030		719,75	719,03	− 0,002
9			+ 18,6			
	+ 0,02			722,8		
10			+ 18,1			
	+ 0,09			722,1		
11			+ 18,6			
	− 0,05			720,7		
12			+ 18,6			
1891 Dez. 5			+ 5,6			
	+ 0,04			718,52		
10			+ 5,0			
	+ 0,02			712,50		
12			+ 5,0			
	+ 0,11			719,16		
21			− 1,9			
	+ 0,06	+ 0,023		721,94	717,45	+ 0,007
23			− 3,8			
	+ 0,07		− 5,7	729,15		
28			− 1,0			
	− 0,02			715,80		
31			+ 4,0			
	− 0,08			710,12		
1892 Jan. 10			+ 0,0			
1892 Aug. 16			+ 22,3			
	− 0,02			720,6		
18			+ 23,8			
	− 0,01			715,3		
19			+ 25,3			
	− 0,05			711,9		
20			+ 21,4			
	+ 0,05	+ 0,010		718,05	716,33	+ 0,005
22			+ 24,4			
	+ 0,03			715,02		
27			+ 21,3			
	− 0,01			715,52		
Sept. 1			+ 20,6			
	+ 0,06			720,40		
2			+ 20,6			

Diese Uhr besitzt das von mir konstruirte vollkommen freie Echappement D. R. P. No. 50739, welches in zahlreichen Fachblättern des In- und Auslandes beschrieben und abgebildet ist. Die Uhr war vorher neun Monate lang mit einem

Quecksilber-Kompensationspendel von der bisherigen Konstruktion gegangen. Der Gang derselben erhielt jedoch eine hervorragende Gleichförmigkeit, welche der Vollkommenheit des angewendeten Echappements entspricht, erst von der Zeit an, als das neue Pendel eingesetzt wurde.

Die Uhr ist in einem Raum aufgestellt, welcher mit dem grossen Meridiansaal der Sternwarte in unmittelbarer Verbindung steht. Sie ist deshalb plötzlichen Temperaturschwankungen von beträchtlicher Grösse ausgesetzt, da bei jeder Sternbeobachtung durch das Eindringen der kalten Nachtluft die Temperatur im Uhrraum rapid sinkt. Die Zeitbestimmungen werden an jedem sternenklaren Abend durch den Assistenten der Sternwarte Herrn List mit dem Reichenbach'schen Meridianinstrumente gemacht; dieselben umfassen in der Regel die Meridiandurchgänge mehrerer Zeitsterne, sowie eines oder mehrerer Polsterne. Die betreffenden Tage sind in der ersten Spalte der nachstehenden Tabelle aufgeführt. Da die Bearbeitung des ganzen gewonnenen Materials für später vorbehalten ist, so wähle ich nur diejenigen drei Gangserien aus, welche die Extreme der Jahrestemperaturen in sich enthalten, weil diese am besten geeignet sind, über die Kompensationswirkung des Pendels Aufschluss zu geben. Die täglichen Gänge (Spalte 2 der Tabelle) lassen eine gewisse Abhängigkeit vom Luftdrucke (Spalte 5) erkennen; bei hohem Barometerstand geht die Uhr in der Regel etwas langsamer als bei niedrigem. Die letzte Spalte enthält daher die auf gleichen Luftdruck reduzirten Gänge, welche somit direkt miteinander verglichen werden können. Diese Reduktion ist auf den mittleren Barometerstand Münchens von 715,83 *mm* ausgeführt, wobei der barometrische Einfluss auf das Pendel zu 0,01 *Sek.* täglich für 1 *mm* Luftdruckänderung angenommen worden ist.

Der Gang der Uhr hat sich hiernach vom September 1891 bis Dezember 1891 bei einer grössten Temperaturänderung von 27° C nur um 0,009 Sekunden und vom Dezember 1891 bis August 1892 bei 31° Temperaturunterschied sogar nur um 0,002 Sekunden geändert.

Der Kompensationsfehler beträgt demnach für ± 1° C nur 0,0005 beziehungsweise 0,0001 Sekunden täglich. Der mittlere Werth dieser Kompensationskonstanten wurde an der Münchener Sternwarte durch Herrn Dr. Anding aus 4 wöchentlichen Gängen einer ein Jahr umfassenden Gangperiode für + 1° C zu + 0,0008 Sekunden festgestellt. Derselbe liegt innerhalb der Grösse des mittleren Fehlers.

Die sämmtlichen Ergebnisse der betreffenden Rechnung sollen in den *Astronomischen Nachrichten* veröffentlicht werden.

Eine Korrektion der Kompensation hat nicht stattgefunden, sondern die Gewichts- und Dimensionsverhältnisse des Pendels sind geblieben, wie die Rechnung dieselben ergeben hatte.

Zu bemerken ist noch, dass die täglichen Temperaturschwankungen, welchen das Pendel ausgesetzt ist, etwa 3° C betragen.

Zur Vergleichung sind in Tabelle II die Kompensationskonstanten einiger der besten astronomischen Uhren zusammengestellt. Diese Zusammenstellung umfasst alle Uhren, deren Gangresultate bekannt und mir zugänglich geworden sind.

Die Verschiedenheit der beiden Kompensationskonstanten des Pendels Hipp-Neuchâtel hat ihre Begründung in der an diesem Pendel vorgenommenen Korrektion der Kompensation. Es wurde dessen Quecksilberquantum am 25. Februar 1885 um 53 *g* und am 7. Juni 1888 um 570 *g* vermehrt.

Tabelle II.

Lfd. No.	Name der Uhr und Ort ihrer Aufstellung	Tägl. Gang-änderung für + 1° C *Sekunden*	Grösste Temperatur-differenz C°	Quellenangabe
1	Hohwü No. 17 . . . . Sternwarte zu Leiden	− 0,0151	17°,6	Kaiser, *Astron. Nachr. Bd. 63 No. 1502.*
2	Tiede No. 400 . . . . Sternw. Berlin	+ 0,0222	15,4	Zwink, *Inaug.-Dissert. 1888.*
3	Knoblich No. 1952 . . Observ. Potsdam	− 0,0360	16,8	Becker, *Astron. Nachr. Bd. 96 No. 2290.*
4	Dent . . . . Observ. Hongkong	− 0,0350		Doberck, „ „ „ *120* „ *2868.*
5	Hohwü No. 34 . . . . Sternw. Upsala	{ − 0,0350 − 0,0265	15	Schultz, „ „ „ *103* „ *2452.*
6	Knoblich No. 1847 . .	− 0,0025	19	Schumacher, „ „ „ *91* „ *2166.*
7	Dencker No. 12. . . . Sternw. Leipzig	− 0,0160	22	R. Schumann, *Ber. d. k. S. Gesellsch. d. Wiss. 1888.*
8	Hipp . . . . Sternw. Neuchâtel (von 1885 bis 1887)	+ 0,0610		Hirsch, *Rapport général sur l'observatoire de Neuchâtel.*
	desgl. (von 1888 bis 1890)	− 0,0049	16,5	
9	Knoblich No. 1770 . . Sternw. Bothkamp	− 0,0442	19,8	Tetens, *Inaug.-Dissert. 1892.*
10	Riefler No. 1 . . . . . Sternw. München	+ 0,0008	31	Anding, Sternw. München.

Das Pendel Riefler No. 1 besitzt, wie diese Zusammenstellung ergiebt, eine Kompensationskonstante, welche erheblich kleiner ist als die aller übrigen angeführten Pendel. Dasselbe hat also die Kompensationsprobe gut bestanden. Es darf dies als ein Beweis angesehen werden sowohl für die grosse Genauigkeit, mit welcher in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt durch Herrn Professor Dr. Leman die Ausdehnungskoeffizienten der zu diesen Pendeln verwendeten Mannesmann-Stahlröhren bestimmt werden, als auch für die Richtigkeit der von mir ausgeführten Kompensationsrechnung.

Gleich günstige Resultate haben, soweit dies schon fest steht, auch alle übrigen 27 bis jetzt von mir ausgeführten Pendel dieser Art ergeben.

Eine Quecksilberluftpumpe.

Von

Prof. **A. Šantel** in Görz.

In *No. 88* der *„Chemiker-Zeitung“* vom 2. November v. J. ist eine Quecksilberluftpumpe beschrieben, für welche Herr W. A. Kahlbaum ein Patent vom 15. September 1891[1]) erworben hat. Bei dieser Luftpumpe zirkulirt das Quecksilber in der Weise, dass es in einer vertikalen Röhre, aus einer seitlich einmündenden Röhre Luft mitreissend, herabfliesst (Sprengel's Prinzip), durch eine

[1]) Vgl. *das vorige Heft dieser Zeitschr. S. 73.*

zweite Vertikalröhre aber, welche nahe am unteren Ende eine ins Freie führende Seitenöffnung besitzt, durch die Wirkung einer Wasserluftpumpe wieder emporsteigt, und zwar in Folge der von Luft unterbrochenen Form der Säule zu einer solchen 76 *cm* weit übersteigenden Höhe, dass es in das ursprüngliche Gefäss zurückgelangt. In der Beschreibung wird als charakteristische Leistung dieser Pumpe hervorgehoben, dass das Quecksilber bei seiner Zirkulation durch die Wirkung der Wasserluftpumpe von der in ihm enthaltenen Luft befreit wird, bevor es zur neuerlichen Verwendung in der Sprengel'schen Pumpe gelangt.

Ich erlaube mir nun, auf eine von mir schon im *Jahresberichte des Görzer Gymnasiums vom Jahre 1883* erschienene Mittheilung aufmerksam zu machen[1]), in welcher ich einen „leicht herstellbaren Apparat zur Luftverdünnung mittels Quecksilbers" beschrieb, welcher auf derselben Art der Zirkulation des Quecksilbers beruht. Die Eigenschaft, dass das Quecksilber dabei von Luftblasen befreit werde, ist allerdings nur indirekt angedeutet und dagegen die leichte Herstellbarkeit hervorgehoben, da mir bei der Erfindung die Verwendung beim Unterrichte als Ziel vorschwebte; doch ist mein Apparat auch hinsichtlich der Anwendung einer anderen, unvollkommen evakuirenden Pumpe mit dem Kahlbaum'schen in Uebereinstimmung; nur rede ich in meiner Beschreibung von einer Kolbenpumpe, da es eben in meinem Laboratorium keine andere giebt —, Kahlbaum dagegen von einer Wasserluftpumpe.

Mein (eigenhändig angefertigter) Apparat besteht im Wesentlichen aus einem Glaszylinder (Stück Lampenglas), dessen beide Oeffnungen durch Gummipfropfen *g* geschlossen sind. Der innere Raum *A* des Zylinders ist durch einen Glasstreifen *p* in zwei Kammern getheilt, die mit einander kommuniziren, da der Glasstreifen schmaler ist als der lichte Durchmesser des Zylinders. Dieser Zylinder ist in einer Höhe von etwa 1,5 *m* über dem Fussboden befestigt. Von ihm gehen zwei Glasröhren aus, deren eine, *a*, vom Kaliber einer Stricknadel, durch den Gummiboden des Zylinders eben hindurchreicht, deren zweite, *c*, von etwa doppelt so weitem Kaliber, aber durch den Boden des Zylinders fast bis zu seiner Decke geführt ist, während beide Röhren nahezu bis zum Boden eines am Fussboden stehenden Glasbechers herabreichen, und dort in eine Quecksilberschicht tauchen. Die zweite Röhre hat über dem Quecksilber eine kleine Seitenöffnung *o*. Durch den oberen Pfropf des Zylinders sind ebenfalls zwei Röhren luftdicht hindurchgeführt,

[1]) Hat der Redaktion vorgelegen.

aber oberhalb des Zylinders rechtwinklig umgebogen. Die eine von diesen, *b*, endigt im Zylinder in eine feine offene Spitze, welche in die Oeffnung der Röhre *a* hineinragt, während sie mit dem andern Ende an den zu evakuirenden Körper angeschlossen wird; die andere, *d*, reicht einwärts nur eben durch den Pfropf, und führt nach aussen zur Kolbenluftpumpe (oder wenn man will, zur Wasserluftpumpe).

Wird nun letztere in Bewegung gesetzt, so hebt sich in der Röhre *c* das Quecksilber zunächst über die kleine Seitenöffnung *o*, wird von hier an durch einströmende Luft zu einer vielfach unterbrochenen Säule geformt, und ergiesst sich in lebhaft sprudelndem Laufe in den Zylinderraum *A*; von hier dringt es in die abwärts führende Röhre *a*, reisst dabei Luft aus der Röhre *b* mit, formt sich dadurch ebenfalls zu einer unterbrochenen Säule, und führt die eingeschlossenen Luftsäulchen nach unten, wo sie im Becher durch das Quecksilber an die Oberfläche gelangen.

Der Glasstreifen *p*, welcher den Zylinder in zwei Kammern theilt, hat einen doppelten Zweck: er soll einem durch den äusseren Luftdruck veranlassten Näherrücken der Gummipfropfen vorbeugen, andererseits hindern, dass das lebhaft in den Zylinder sprudelnde Quecksilber in die zur Kolbenpumpe führende Röhre *d* durch den Luftstrom mitgerissen werde.

Der Quecksilberbecher am Boden ist ebenfalls mit einem zweilöcherigen Pfropf verschlossen, jedoch nur, um die sonst frei herabhängenden Röhren vor Schwingungen zu bewahren, während der Luft natürlich freier Eintritt in den Becher gestattet sein muss.

Der Apparat arbeitete wegen der von mir gewählten kleinen Röhrendimensionen langsam, aber sicher, und bewährte sich für kleine Evakuirungskörper vollkommen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ein neues Thermometer mit angeschmolzener Glasskale.

Von **Oskar Bock** in Kiel.

Gebrauchsmuster No. 9619.

Die bei der Konstruktion von Einschlussthermometern auftretende Schwierigkeit, eine unveränderlich feste Verbindung zwischen Skale und Thermometerrohr herzustellen, ist in völlig einwurfsfreier Weise bisher durch die von Herrn Fuess[1]) angewandte Methode einer federnden Anpressung der Skale gegen einen passend geformten Ansatz des Glasrohres überwunden worden. Durch eine vielleicht noch einfachere neu ersonnene und originelle Methode begegnet Herr Oskar Bock in Kiel jener Schwierigkeit in gleicher vollkommener Sicherheit.

Wie aus umstehender Figur ersichtlich, ist in das äussere Umhüllungsrohr *a* ein inneres, gerade hineinpassendes dünnwandiges Rohr *b* geschoben, auf welches die Skale geätzt ist. Beide Rohre sind aus derselben Jenaer Glassorte und sind am oberen Ende bei *c* mit einander verschmolzen. Das Thermometerrohr liegt im Innenraume von *b*, hart an dessen innerer Wand und ragt oben durch eine kleine Oeffnung *e*, welche demselben gleichzeitig als Halt dient, in den Zwischenraum zwischen dem hier verengerten Rohr *b* und *a* hinein. Eine etwaige Ansammlung von Quecksilber in dem oberen Rohrende kann demnach sehr leicht beobachtet werden. Das Rohr *b*, welches

[1]) Vgl. Loewenherz, Bericht über die Berliner Gewerbe-Ausstellung 1879. S. 213.

sehr dünnwandig ist, besteht auf der vorderen Seite natürlich aus durchsichtigem Glase, ist aber auf der hinteren Seite mit weissem Belag versehen, sodass die Ablesung der Skalentheilstriche eine sehr deutliche ist.

Merkliche Nachtheile scheinen mit dieser neuen Konstruktion nicht verbunden zu sein. Die einzige diskutable Frage dürfte sein, ob der Parallaxenfehler bei dem Bock'schen Instrument etwa ein grösserer wird als bei der üblichen Methode, das Thermometerrohr unmittelbar der Theilung aufzulegen. Der prinzipielle Nachtheil, dass sich zwischen Skale und Thermometerrohr die geringe Glasdicke des Rohres b befindet, wird, wie ich glaube, dadurch wieder kompensirt, dass die Rundung der Theilstriche die richtige Augenstellung bzw. Lupenstellung leichter auffinden lässt und dass ausserdem die Luftstrecke der üblichen Konstruktionen zwischen Thermometerrohr und äusserem Rohr ganz fortfällt. Die Genauigkeit der Ablesung wird deswegen nicht oder jedenfalls nicht merklich verschieden bei beiden Methoden sein. Einer Benutzung der Bock'schen Methode auch zu feinsten wissenschaftlichen Zwecken wird meiner Meinung nach aus dem angeführten Grunde Nichts im Wege stehen.

Die verbleibenden günstigen Eigenschaften des Bock'schen Thermometers sind ausser der einfachen und billigen Herstellungsweise: 1) eine absolute Sicherheit über die unveränderliche Lage der Skale, 2) ein sehr grosser Schutz gegen das häufig vorkommende Abschlagen des Thermometerrohres durch die Skale bei etwaigem Stosse oder Falle und 3) die völlig geschlossene Glashülle, welche das Instrument vor dem Eindringen der Feuchtigkeit schützt und bei ärztlichem Gebrauch eine leichte und vollkommene Desinfektion ermöglicht.

Leonh. Weber.

Tachymeterschieber in Scheibenform.

Bei der Ausrechnung tachymetrisch aufgenommener Punkte erhält man bekanntlich, wenn l den Abschnitt an der senkrechten Latte, k die Haupt-(Multiplikations-) und c die Additionskonstante des Tachymeterfernrohrs bedeutet, mittels der Rechnungshilfsgrösse

$$D' = c + k\,l$$

die Horizontaldistanz D zwischen Instrumentenstandpunkt und Latte, und den Höhenunterschied H zwischen Kippaxe des Instruments und Mittelfaden-Lattenpunkt aus:

$$(1) \qquad D = D' \cos^2 \alpha,$$

oder

$$\log D = \log D' - \log \sec^2 \alpha,$$

$$(2) \qquad H\,[= D \operatorname{tg} \alpha] = D' \tfrac{1}{2} \sin 2\alpha,$$

oder

$$\log H = \log D' + \log \tfrac{1}{2} \sin 2\alpha,$$

wobei noch α den Höhenwinkel der Visur bedeutet. Die Gleichungen, zunächst Näherungsgleichungen, sind auch für die genauesten Tachymetermessungen noch brauchbar.

Eines der bequemsten Mittel zur Rechnung nach (1) und (2) ist ein besonders eingerichteter logarithmischer Rechenschieber. Einer der ältesten dieser Tachymeterschieber, der Wild'sche, ist seit fast einem halben Jahrhundert im Gebrauch und hat in seiner vortrefflichen Metallausführung durch Kern in Aarau alle späteren Konkurrenten (Moinot, Werner, Decher u. s. f.) überdauert. Seitdem man den gewöhnlichen geradlinigen Rechenschieber, z. Th. durch Rechenscheiben und ähnliche Instrumente, die eine in sich selbst zurücklaufende logarithmische Grundtheilung auf einem Kreisumfang besitzen, ersetzt hat, lag es nahe, diesen Gedanken auch auf den für die besonderen Zwecke der Tachymetrie eingerichteten Rechenschieber zu übertragen. Dies ist in dem hier zu beschreibenden Instrument von Mechaniker F. Miller in Innsbruck vor einigen Jahren geschehen.

Von zwei mittels kleiner Handhaben bezw. zentraler Handschraube sehr bequem in einander drehbaren Metallscheiben trägt die innere die gewöhnliche logarithmische Theilung 1 bis 100. Bei der von Miller gewählten Dimension, 125 *mm* Theilungsdurchmesser, entspricht diese Scheibe einem geraden Schieber von nicht nur $\pi \cdot 125$, sondern $2\pi \cdot 125 = 785{,}4$ *mm* ganzer Theilungslänge, da der gerade Schieber die Grundtheilung 1 bis 10 nothwendig zweimal neben einander aufgetragen enthalten muss. Diese Tachymeterscheibe ist also dem 50 *cm*-Tachymeterschieber, wie ihn z. B. Dennert & Pape herstellen, an Genauigkeit überlegen. Die äussere Scheibe enthält, am Trennungskreis der beiden Scheiben anliegend, die $\log \sec^2$-Theilung (z. B. Bogen $0°-45°$ dem Bogen 1—2 oder 100—200 der inneren logarithmischen Theilung gleich) und, auf einem etwas weiter aussen liegenden Kreis, die $\log \frac{1}{2} \sin 2\alpha$-Theilung (z. B. Bogen $15°-45°$, denselben Zentriwinkel umfassend wie der eben genannte Bogen der inneren Scheibe, da $\log \frac{1}{2} \sin 2 \cdot 45° - \log \frac{1}{2} \sin 2 \cdot 15° = \log 2$); diese ist für Höhen- und Tiefenwinkel beziffert (5° und 355°, 10° und 350° u. s. f.). Diese dritte Theilung wird mit der Theilung der inneren Scheibe in Verbindung gesetzt durch einen radialen Ablesefaden, der als feiner Strich auf dem Glimmerblatt-Fenster eines um die zentrale Axe der beiden Scheiben drehbaren Arms angebracht ist und durch eine auf diesen gesetzte Lupe mit etwa dreifacher Vergrösserung betrachtet wird. — Zur Beurtheilung der Leistung dieses Tachymeterschiebers mögen folgende Angaben über die Theilung dienen: Auf der D'-Theilung (innere Scheibe) finden sich von 10 bis 20 einzelne $^1/_{10}$ mit Schätzung von $^1/_{100}$ (100 bis 200 die einzelnen Einheiten mit Schätzung von 0,1; entsprechend für die folgenden Angaben), von 20 bis 40 ferner $^2/_{10}$, von 40 bis 100, d. h. bis zurück zum Anfangspunkt der Theilung, $^5/_{10}$. Auf der $\log \sec^2$-Theilung stehen zwischen 0° und 10° die Striche von 2° zu 2° (der erste Strich hart bei 0° bedeutet 2°); beim gewöhnlichen Wild'schen Rechenschieber ist der erste Strich 4°, so dass hier die für kleine Höhenwinkel freilich ganz unbedeutende Reduktion von D' auf D schwierig befriedigend abzulesen ist), von 10° bis 15° von Grad zu Grad, von 15° bis 25° von $^1/_2{}°$ zu $^1/_2{}°$, von 25° bis 60° (bis hier ist, unnöthigerweise, die Theilung ausgedehnt) von $^1/_3{}°$ zu $^1/_3{}°$. Die $\log {}^1/_2 \sin 2\alpha$-Theilung (nach $-\infty$ auslaufend für $\alpha = 0$) beginnt etwa mit 0° 18′, zeigt bis 2° direkt jede Minute, von 2° bis 15° je 5′, bis 30° je 20′, bis 40° je 30′, bis 45° je 1°. (An einzelnen Stellen der drei Theilungen dürften die Striche übersichtlicher sein, ebenso namentlich die Bezifferung; auch einzelne kleine Unregelmässigkeiten der sonst guten, auf Neusilberstreifen ausgeführten Theilungen sind mit blossem Auge noch wahrzunehmen.) Man erhält so bis zu $D' = 100\,m$ leicht, selbst bis zu $D' = 200\,m$, die Horizontaldistanz D auf 0,1 *m*; ebenso bei kleinen Höhenunterschieden, bis etwa 20 *m*, H auf 1 *cm*. Der Schieber ist also auch für die genauesten mit dem Tachymeter möglichen Arbeiten vollständig ausreichend.

Der Schieber theilt im Vergleich mit den geradlinigen Schiebern Vorzüge und Nachtheile der Rechenscheiben gegen den gewöhnlichen Rechenschieber: grosse Genauigkeit bei mässigen Dimensionen, anderseits etwas weniger bequeme Arbeit. Gewiss wird das schöne Miller'sche Instrument, das hiermit bestens empfohlen sei, sich bald viele Freunde erwerben; der Preis ist 50 M. — Eine Bemerkung zum Schluss: wäre es mit Rücksicht auf die etwas bequemere Ablesung an — ohne Drehung — aufrechten Zahlen nicht zu empfehlen, auch die tachymetrische Rechenscheibe lieber als Rad zu konstruiren, d. h. die Theilungen auf zwei nebeneinanderliegenden Radstirnen aufzutragen? Vielleicht entschliesst sich Herr Miller oder ein anderer Mechaniker dazu. *Hammer.*

Referate.

Verbesserungen am Gasvolumeter.

Von G. Lunge. *Chem. Ber. 25. S. 3157. (1892.)*

Das Gasvolumeter von Lunge ermöglicht bekanntlich die genaue Ermittlung von Gasvolumen bei 0° und 760 *mm* Druck ohne Reduktionsrechnungen [*Chem. Ber. 23. S. 440 (1890)*]. Der wichtigste Theil des Apparates ist das sogenannte Reduktionsrohr, in welchem ein bei 0° und 760 *mm* Druck genau 100 *ccm* einnehmendes Luftvolumen abgeschlossen ist. Der Verschluss dieses Rohres geschah nach den früheren Vorschlägen des Verfassers durch einen Hahn oder dadurch, dass man das Rohr in eine starkwandige Kapillare auslaufen liess und diese abschmolz. Beide Arten des Verschlusses haben ihre Unzuträglichkeiten; deshalb schlägt Verfasser einige Verbesserungen für diesen Theil seines Apparates vor. Man kann entweder die Kapillare, in welche das Reduktionsrohr endet, gut abschleifen und durch ein genau aufgeschliffenes Stückchen Glasstab verschliessen und beide durch Kautschukschlauch mit einander gut verbinden, oder man benutzt, was ganz besondere Gewähr für dauerndes Dichthalten bietet, einen geeigneten Quecksilberverschluss. Dazu ist das Reduktionsrohr oben zu einem Becher erweitert, und der Uebergang zwischen beiden durch einen starkwandigen Hals vermittelt. In den letzteren ist ein etwas konischer, dünner Glasstopfen recht gut eingeschliffen. Eine senkrechte Rinne zieht sich zur einen Hälfte in dem Stopfen, zur anderen im Halse entlang, so dass ein Luftkanal entsteht, wenn beide Hälften der Rinne über einander fallen, und bei Drehung des Stopfens sofort Verschluss eintritt. Ueber den Stopfen giesst man in den Becher Quecksilber und verschliesst denselben mit einem gut passenden Pfropfen, welcher bis auf das Quecksilber reicht. Die kleine Menge desselben, welche dadurch verdrängt wird, steigt in einem den Pfropfen durchsetzenden Glasröhrchen empor. Dieser „Becherhahnverschluss" genügt auch bei dauerndem starkem Ueberdruck im Reduktionsrohr allen Anforderungen. Eine Reihe weiterer Verbesserungsvorschläge des Verfassers, welche die Trockenheit oder die Feuchtigkeit der zu messenden Gase, die Form des Niveaurohrs und das Stativ des Apparates berücksichtigen, lassen sich im Auszuge nicht wiedergeben und müssen im Original nachgesehen werden. *F.*

Apparat zur Aichung der Torsionsgalvanometer.

Von Siemens & Halske. *Elektrotechn. Zeitschr. 13. S. 323. (1892.)*

Der von Herrn Dr. Köpsel konstruirte Apparat dient zur Aichung eines Torsionsgalvanometers von 1 *Ohm* Widerstand (1 Theilstrich = 0,001 *Ampère*) von 10 zu 10 Grad; man muss also mit dem Apparat die Stromstärken 0,01, 0,02 bis 0,17 *Ampère* genau einstellen können und dies geschieht nach der Kompensationsmethode mit Hilfe eines Clark'schen Normalelementes. In einem Widerstandskasten sind 17 Widerstände zu je 143,3 *Ohm* enthalten, die durch Stöpsel parallel geschaltet werden können. Durch diesen Widerstandskasten und das zu aichende Torsionsgalvanometer fliesst ein von einem Akkumulator gelieferter Strom, der durch einen Regulirwiderstand genau auf eine bestimmte Stärke gebracht werden kann. An den Enden des Widerstandskastens ist ein Zweigstromkreis angelegt, der aus einem Clark'schen Normalelement, einem Spiegelgalvanometer, einem ausschaltbaren Ballastwiderstand und einem Stromschlüssel besteht. Zunächst wird im Widerstandskasten nur eine Spule von 143,3 *Ohm* eingeschaltet und die Stromstärke so regulirt, dass das Clark-Element bei 20° gerade kompensirt ist; die Stromstärke hat dann den Werth 1,433/143,3, also 0,01 *Ampère* (genauer ist dies bei 19° der Fall, da nach neueren Erfahrungen die elektromotorische Kraft des Normalelements durch den Ausdruck $1{,}438 - (t - 15)\,0{,}0012$ *Volt* dargestellt wird). Die Abweichung des Zeigers von dem Theilstrich 10 ist somit unmittelbar die Korrektion (natürlich nur für die Stromstärke und nicht für die Spannung). Werden im Widerstandskasten zwei Spulen parallel geschaltet, so ist nach erfolgter Kompensation die Stromstärke 0,02 *Ampère*; der Ausschlag des Torsionsgalvanometers wird also nahe 20 Theil-

striche betragen u. s. w. Ist die Temperatur des Normalelements und der Widerstände nicht 20° (bzw. 19°), so muss noch eine kleine, leicht ersichtliche Korrektion angebracht werden.

Der Apparat soll gleichzeitig dazu dienen, das Clark-Element von Zeit zu Zeit zu kontroliren. Zu diesem Zwecke wird in der beschriebenen Weise ein Versuch ausgeführt, wenn alle 17 Spulen parallel geschaltet sind, nur wird das Torsionsgalvanometer dabei durch ein Silbervoltameter ersetzt. Aus Stromstärke und Widerstand ergiebt sich dann die elektromotorische Kraft des Elements. Es dürfte in diesem Falle vortheilhaft sein, im Hauptstromkreis eine Akkumulatorenbatterie und einen entsprechend hohen Regulirwiderstand zu verwenden, um die Aenderungen des Widerstandes und der elektromotorischen Gegenkraft im Silbervoltameter möglichst unschädlich zu machen, und dadurch während des ganzen Versuchs eine möglichst konstante Stromstärke zu erzielen.

Mit dem beschriebenen Apparat kann ein Torsionsgalvanometer von 100 *Ohm* (1 Theilstrich = 0,0001 *Ampère*) nur beim Theilstrich 100 kontrolirt werden. Um ein solches Galvanometer von 10 zu 10 Theilstrichen zu aichen, müsste man sich 17 unter einander gleiche Widerstände von dem zehnfachen Betrag wie die im Widerstandskasten enthaltenen herstellen.

Die Kontrole eines Torsionsgalvanometers für stärkere Ströme lässt sich mit dem obigen Apparat sehr leicht ausführen und ist überall da am Platze, wo es sich um häufige Aichungen dieser Art handelt. Ein Nachtheil des Apparats ist andererseits der, dass er für einen ganz bestimmten Zweck konstruirt ist, während der auf dem nämlichen Prinzip beruhende Kompensationsapparat von Feussner (*Diese Zeitschr. 1890. S. 113*) viel allgemeiner verwendbar ist. *Lck.*

Beschreibung einiger neuen Quecksilberluftpumpen.

Von G. Guglielmo. *Atti d. R. Acc. d. Lincei. Rendiconti. Vol. I. Sem. 2. Sec. 5. S. 239. (1892.)*

Die am Stativ fest angebrachte, etwa 350 *ccm* fassende Kugel *A* (Fig. 1) besitzt oben und unten Ansatzrohre. Das obere derselben trägt einen mittels Quecksilberdichtung von oben her zu sichernden Dreiweghahn *a*, welcher entweder mit dem ein Trockenmittel enthaltenden Kölbchen *B* und weiter mit dem zu evakuirenden Rezipienten (etwa *T*) oder mit einem aufwärts nach *C* führenden Rohre verbunden werden kann. Das unten an *A* sich ansetzende Rohr biegt bald nach oben um, trägt die Erweiterung *C* und führt schliesslich zu dem zweiten Dreiweghahne *b*. Von diesem verbindet ein zweiter Weg mit der atmosphärischen Luft; nach unten zu steht der Hahn durch einen Gummischlauch in Verbindung mit der beweglichen Kugel *D*, von welcher andererseits der etwa 1 *m* lange Kautschukschlauch nach dem unteren an *A* ansetzenden Rohre führt. Die Verbindung dieses Rohres mit dem Schlauche ist keine unmittelbare, sondern zwischen dem an dem von *A* kommenden Rohre seitlich angebrachten Rohrstutzen und dem Schlauch befindet sich eine Bunten'sche Kammer *E*. Diese Einrichtung hat den Zweck, zu verhindern, dass Luft, welche in Folge der Evakuirung von *A* aus dem Kautschukschlauch oder aus dem Quecksilber in *D* entweichen könnte, nach *A* gelange; dieselbe muss sich vielmehr im oberen Theile von *E* ansammeln. Das Arbeiten mit der beschriebenen

Fig. 1.

Quecksilberluftpumpe gestaltet sich folgendermaassen: Man verbindet A mit C und b und treibt durch Heben von D die Luft aus A in bekannter Weise aus, senkt dann D, verbindet mit B und T, schliesst a, hebt wieder D und so fort. Hat die Luftverdünnung im Rezipienten bereits einen höheren Grad erreicht, so verbindet man, während man die Luft aus A austreibt, diese Kugel zunächst mittels des Hahnes b mit D, und entfernt schliesslich die Luft über dem Quecksilber in D. Ausser dem Vorzuge, dass diese Art der Quecksilberluftpumpe bei weitem nicht den Raum beansprucht, den solche Apparate gewöhnlich einnehmen, gewährt die beschriebene Anordnung noch den Vortheil, dass sie gleichzeitig den im Rezipienten noch herrschenden Druck in jedem Augenblicke zu erkennen gestattet. Es ist nämlich leicht ersichtlich, dass die Kugel A mit ihrer oberen und unteren Ansatzröhre und dem aufwärts nach C führenden Rohre ein zweckmässiges Manometer bildet. Die sonst vielfach so ängstlich vermiedene Anbringung eingefetteter Glashähne bringt nach den Erfahrungen des Verfassers Unzuträglichkeiten kaum mit sich.

Die vorstehend beschriebene Einrichtung, welche im Grunde als eine Abänderung der Geissler'schen Quecksilberluftpumpe bezeichnet werden kann, lässt sich auch, wenigstens in ihren Grundzügen, auf die Toepler'sche Quecksilberluftpumpe übertragen. Eine solche Vorrichtung ist in Fig. 2 dargestellt. Die Kugel A ist mit ihren Ansatzröhren die bekannte nicht bewegliche Kugel der Toepler'schen Quecksilberluftpumpe. Das Rohr d mündet in eine kleine mit Quecksilber beschickte Vorlage, aus welcher ein durch den Hahn e abschliessbarer Gummischlauch nach dem oberen Ansatzrohr der beweglichen Kugel D führt. Dadurch wird es ermöglicht, dass die aus A ausgetriebene Luft nicht in die Atmosphäre, sondern zunächst in das ziemlich hohe Vakuum tritt, welches in D herrscht. Diese Einrichtung, welche der bei der oben beschriebenen Luftpumpe getroffenen ganz ähnlich ist, hat der Verfasser, zumal wenn in A bereits ein hoher Verdünnungsgrad erreicht ist, für sehr zweckmässig gefunden. Das untere Ende von A ist nach oben umgebogen. Hier theilt sich das Rohr, indem sein unterer Arm den nach dem unteren Theile von D führenden Gummischlauch trägt und der obere Arm nach der schon erwähnten kleinen mit Quecksilber beschickten Vorlage führt. Dieser Arm ist zumeist durch den Hahn f abgeschlossen; in ihm sammelt sich die kleine Menge Luft, welche aus dem Kautschukschlauch und aus dem Quecksilber in D entweicht, und welche beim Betriebe des Apparates durch f von Zeit zu Zeit abzulassen ist.

Fig. 2.

Die vorliegende Arbeit enthält ausser der Beschreibung der beiden erwähnten Quecksilberluftpumpen in dritter Linie noch einige Abänderungsvorschläge für die Sprengel'sche Quecksilberluftpumpe, welche aber mangels einer Zeichnung im Original nicht in allen Punkten klar sind. *F.*

Eine Quecksilberluftpumpe zum Heben des Quecksilbers in verschiedenen Arten von Quecksilberpumpen.

Von Fred. J. Smith. *Phil. Mag. V.* **34.** *S. 115.* (*1892.*)

Zur selbthätigen Hebung des in Quecksilberluftpumpen arbeitenden Quecksilbers und um einen kontinuirlichen Betrieb der Quecksilberluftpumpe zu unterhalten, bedient sich Verfasser einer im Prinzip höchst einfachen Vorrichtung, welche man eine umgekehrte Sprengel'sche Pumpe nennen könnte, und für die der Verfasser den Namen Quecksilberelevator vorschlägt. Wie die nachstehende Skizze erkennen lässt, besteht die Vorrichtung aus einem an das untere Sammelgefäss der Quecksilberluftpumpe AE bei D angesetzten

Rohr RB, in welches bei C ein mit Quetschhahn F verschliessbares Rohr einmündet. Wird durch dies Rohr Pressluft eingeführt, so steigt das von DR her zufliessende Quecksilber in Tropfen s, t in derselben Weise im Rohre RB in die Höhe, wie es im Pumpenrohre herabfiel, und gelangt bei B wieder in das obere Sammelgefäss der Luftpumpe. Zur Kompression der Luft dient eine einfache Wasserluftpumpe G, welche, durch das Druckrohr L gespeist, Luft und Wasser bei K in das Gefäss H drückt, aus welchem das Wasser bei zunehmendem Druck auf dem Wege MN hinausgetrieben wird, während die Luft durch P und das Trockengefäss Q nach F gelangt. Der Druck wird durch die Wassersäulenhöhe MN bestimmt.

Um den Elevator in Betrieb zu setzen, lässt man bei geschlossenem Hahn F die Pumpe an, bis Wasser bei N frei abfliesst. Alsdann öffnet man F ganz wenig und setzt die Quecksilberluftpumpe in Betrieb. Sobald das in DR gesammelte Quecksilber bis C gestiegen ist, wird es in dem Maasse, wie es zufliesst, durch die Druckluft nach A hinübergehoben; die Summe der kurzen Quecksilbersäulen ist natürlich stets kleiner als die Höhe RD. Darnach würde sich also auch der Pressungsgrad der Luft (die Höhe MN) bemessen. Bei einem seit zwei Jahren im *Millard-Laboratorium* zu Oxford verwendeten Apparat betrug die Höhe etwa 8 *Fuss* der Wasserdruck bei L 36 *Pfund* auf den Quadratzoll. Ist der Elevator im Gang, so ist die Wasserzufuhr soweit zu vermindern, dass das Quecksilber gerade angehoben wird. Alsdann ist der Wasserverbrauch ein sehr geringer.

Der Elevator lässt sich natürlich auch zur Hebung anderer Flüssigkeiten als Quecksilber verwenden. *Pensky.*

Eine Pipette und eine Bürette für volumetrische Bestimmungen in Fabriken.

Von G. A. Le Roy. *Chem. Zeitung. Repert.* **16.** *S. 291. (1892)*, nach *Monit. scient. IV.* **6.** *S. 719. (1892.)*

Die vom Verfasser empfohlene Pipette ist dazu eingerichtet, dass in Fabriken jeder Arbeiter dieselbe mit Sicherheit handhaben kann. Sie besteht aus den beiden Theilen *a* und *b*, welche bei *c* durch einen Schliff mit einander verbunden und dazu noch mit Wasserglas an einander befestigt sind. Hält man *d* mit dem Finger zu und saugt nach Entfernung des Hahnes bei *e*, bis die Flüssigkeit bei *f* überfliesst, so braucht man nur *d* frei zu lassen, um die Entleerung der Pipette zu bewirken. Nach ähnlichem Prinzip ist auch eine Bürette vorgeschlagen, welche besonders rasches Arbeiten zulässt. *F.*

Elektrische Beleuchtung astronomischer Instrumente.

Von A. Marcuse. *Astr. Nachr.* **130.** *No. 3099. (1892.)*

Verfasser beschreibt eine Einrichtung zur elektrischen Beleuchtung astronomischer Instrumente, welche sich nach fast einjähriger Erfahrung und bei intensiver Benutzung vorzüglich bewährt hat, und die einen sicheren, einfachen und billigen Betrieb gestattet.

Bei Ausrüstung der astronomischen Expedition nach Honolulu war die elektrische

Beleuchtung des zu benutzenden Wanschaff'schen Zenithteleskops in's Auge gefasst worden. Die elektrischen Einrichtungen am Instrument wurden durch Herrn Sickert (Firma Keiser & Schmidt, Berlin) ausgeführt. Vorversuche hatten ergeben, dass Lampen von 3 bis 4 *Volt* Spannung sowohl für die Feldbeleuchtung als zu den Hand- oder besser Taster-Lampen ausreichten. Zur Regulirung der Lichtstärke wurden Widerstände von 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 bis 1 *Ohm* in die Leitungen eingeschaltet und derartig am Pfeiler des Instruments angebracht, dass der Beobachter sie bequem und beliebig vom Okular aus verstellen konnte. Die Lampe zur Feldbeleuchtung wurde unmittelbar an der Axe in einer leichten, federnden, mit Luftlöchern versehenen Messinghülse befestigt, wobei ein kleiner Reflektor zur Verwendung kam. Die Leitungsschnur endet in zwei federnde, durch Hartgummi verbundene Kontaktspitzen, welche je nach der Kreislage des Instruments in die Kontaktlöcher auf der Ost- oder Westseite des Pfeilers gesteckt und beim Umlegen einfach herausgezogen werden. Die Tasterlampen sind in einem parabolischen, aussen geschwärzten Spiegel eingeschlossen, um das Auge des Beobachters beim Ablesen zu schützen. In den beiden Kreislagen kommen verschiedene Tasterlampen zur Anwendung, deren Leitungsschnüre lang genug sind, um jene auch als Schreiblampen zu benutzen.

Als Elektrizitätsquelle dienten die von der Firma Wehr in Berlin verfertigten Trockenelemente, welche besonders in der neuen Form nebeneinander geschalteter Doppelelemente, ziemlich befriedigende Resultate lieferten. Allerdings musste ein längerer Stromschluss (über 50 Sekunden) sorgfältig vermieden werden. Für die Tasterlampen, wo nur kurze Schlüsse gebraucht werden, lieferte ein Satz von vier Trockenelementen ausreichende Kraft, dagegen erforderte die Feldbeleuchtung zwei getrennte Batterien von je vier Elementen, welche je nach der Kreislage des Instruments in Thätigkeit traten. Nach mehrwöchentlichen Erfahrungen hierbei wurde die Expedition mit einer grösseren Anzahl Wehr'scher Trockenelemente ausgerüstet und eine Neusendung derselben nach Ablauf von sechs Monaten in Aussicht genommen.

Verf. lernte bei seiner Ankunft in Honolulu bei der daselbst thätigen amerikanischen *Electric Light Co.* eine neuere Einrichtung zur Anlage kleinerer elektrischer Beleuchtungen kennen, welche für den vorliegenden Zweck den Trockenelementen weit überlegen schien. Nach Einziehung vortheilhaft ausfallender Informationen wurde dieselbe für das Observatorium der Station Honolulu erworben. Die Einrichtung war folgende:

In einem Kasten ausserhalb des Observatoriums, um das Instrument gegen etwaige Säuredämpfe zu schützen, befinden sich zwei Akkumulatoren-Elemente[1]), jedes von 2 *Volt* Spannung und einer Stromstärke von 6 *Ampère*. Die in beiden aufgesammelte Elektrizitätsmenge ist im Stande, eine 3 bis 4 *Volt* Lampe 45 Stunden lang zu brennen. Als ladende Batterie stehen mit denselben 6 grössere Elemente (*Gravity Battery, Crowfoot-Form*[2]) in Verbindung. Jedes derselben besitzt eine Stromstärke von $^3/_4$ *Ampère* und eine Spannung von $1^1/_4$ *Volt*. Dieselben enthalten am Boden des mit Wasser gefüllten Gefässes eine sechseckig gebogene Kupferplatte, welche mit Kupfervitriol umgeben wird. Am oberen Rande des Gefässes hängt ein in Krähenfuss-Form gebogenes Stück Zink in die Flüssigkeit hinein. Die Konstanz dieser Elemente ist bemerkenswerth; dieselben arbeiteten ein Jahr ohne Neufüllung, nur mit Ergänzung des verdunsteten Wassers. Auch die Akkumulatoren zeigten in dieser Zeit keine Kraftabnahme; erfahrungsgemäss halten dieselben Jahre lang aus und bedürfen dann nur einer Neufüllung. Durch zwei einfache Stromunterbrecher können sowohl die ladenden Elemente ausgeschaltet, als die Akkumulatoren ausser Thätigkeit gesetzt werden. Nach den Erfahrungen des Verfassers genügt es, die Batterie nur während der vier- bis fünfstündigen Beobachtungsdauer in der Nacht einzu-

[1]) Fabrik in New-York, Broadway Nr. 44, *Electrical Accumulator Company*. Preis eines Akkumulators 30 Mark.

[2]) Fabrik in Amerika: *Western Electric Co., Chicago*. Niederlage in Berlin: S. O., Engelufer Nr. 1. Preis eines Elements: 5 Mark.

schalten, um die zur Beleuchtung verbrauchte Elektrizitätsmenge in den Akkumulatoren zu ersetzen. Die Akkumulatoren selbst werden ausserhalb der Beobachtungsstunden ebenfalls ausgeschaltet, um Stromverluste durch etwaige Kontakte in den Leitungen zu vermeiden.

Bei dieser Anordnung ist es auf dem Observatorium der Station Honolulu gelungen, ein Jahr lang drei elektrische Lampen für das Zenithteleskop, ohne die geringste Störung und ohne die Widerstände jemals unter 0,6 *Ohm* herabzusetzen, in Betrieb zu erhalten, wobei beliebig kurze oder lange Stromschlüsse in Anwendung kamen und fast stets mindestens zwei Lampen gleichzeitig brannten.

Ueber einen einfachen Apparat zur Bestimmung der thermischen Dilatation fester Körper, speziell der Krystalle.

Von W. Voigt. *Wied. Ann.* **43**. *S. 830. (1891.)*

Verfasser konnte bei seinen Versuchen über die Elastizitätsverhältnisse von Krystallen zur Bestimmung der Ausdehnung der letzteren nicht die Fizeau'sche Methode anwenden, da ihm keine genügend grossen Stücke der Krystalle zur Verfügung standen. Er benutzte deshalb einen Apparat (vgl. Fig.), dessen Haupttheil aus einer gut ausgeglühten Messingschiene *AA* besteht, die fest mit der Wand *W* verbunden ist. Das Stäbchen *tt* aus dem zu untersuchenden Krystall steht mit seinem unteren Ende auf einem Winkel *B* auf, der höher oder tiefer gestellt werden kann; mit seinem oberen Ende stösst es gegen eine Schraube der Wippe *w*, welche mit zwei anderen Schrauben auf einem Ausschnitt in der Schiene ruht. Diese Wippe trägt einen Spiegel s_2, während ein fester Spiegel s_1 an der Messingschiene angebracht ist; aus dem Winkelausschlag des beweglichen Spiegels lässt sich die Verlängerung des Stäbchens bei der Erwärmung berechnen. Um den Krystall auf verschiedene Temperaturen zu bringen, wird er sammt der Schiene bis *N* in geeignete Flüssigkeitsbäder gebracht. Man findet mit dieser Vorrichtung natürlich nur die Differenz zwischen der Ausdehnung des Krystalls und des Messings. Zur Bestimmung der letzteren Grösse verwandte Verfasser einen Körper von bekannter Ausdehnung (Bergkrystall) und fand dadurch für seinen Apparat als Ausdehnungskoeffizienten des Messings 0,00001806. *W. J.*

Die Messung hoher Temperaturen.

Von K. Barus. *Physikalische Revue* **2**. *S. 295 (1892).*

Die Messungen beziehen sich auf die Vergleichung der Angaben eines Luftthermometers und eines Thermoelements. Das Gefäss des Luftthermometers, das aus französischem Porzellan besteht und einen Inhalt von 300 *ccm* besitzt, bildet eine Kugel mit einem kapillaren Stiel, die beide aus einem Stück bestehen. In Folge dessen ist nur die äussere Oberfläche des Gefässes glasirt, da die Glasurflüssigkeit durch die Kapillarröhre nicht schnell genug entfernt werden kann. Das Thermoelement besteht aus Platin gegen eine 20prozentige Platiniridiumlegirung. Um die Löthstelle mit der Luft des Porzellangefässes auf möglichst gleiche Temperatur zu bringen, wurde dem Gefässe an einer Stelle eine röhrenförmige Einstülpung bis zu seiner Mitte gegeben, in welche die beiden in einem Thonrohr eingebetteten Drähte des Thermoelements hineingeleitet wurden. Ferner umgab

man zu diesem Zweck das ganze Gefäss mit einer geschlossenen Thonmuffel, die um eine horizontale Axe drehbar ist und durch ihre Rotation die Temperatur über das ganze Gefäss hin ziemlich ausgleicht. Die Heizung geschah durch ein Luftgebläse, dessen beide Brenner oben und unten in tangentialer Richtung gegen die rotirende Muffel gerichtet sind. Die Verbindung zwischen dem Manometer und dem Gefäss des Luftthermometers wurde durch Metallkapillaren von 0,6 *mm* Durchmesser hergestellt. Mittels eines Kathetometers stellte man auf gleiche Höhe des Quecksilbers in dem U-förmigen Rohr des Manometers ein; es wurde also die Volumenvergrösserung der Luft bei konstantem Druck beobachtet. Die thermoelektrische Kraft der Platiniridiumelemente wurde nach der Kompensationsmethode mit Hilfe von zwei Danielelementen gemessen, deren elektromotorische Kraft durch Vergleichung mit einem Clarkelement kontrolirt wurde. Im Gegensatz zu Le Chatelier findet der Verfasser, dass die Platiniridiumelemente in ihren Angaben sehr gut übereinstimmen und sich deshalb ebenso gut wie die Platinrhodiumdrähte für Thermoelemente eignen.

Das Volumen der Thermometerkugel wurde durch Auswägung mit Wasser gemessen und der Ausdehnungskoeffizient des Porzellans dadurch bestimmt, dass man unter Innehaltung derselben Temperatur den Druck im Manometer variirt und jedesmal das Volumen misst. Die nach dieser Methode gefundenen Werthe für den Ausdehnungskoeffizienten des Porzellans schwanken zwischen $22 \cdot 10^{-6}$ und $37 \cdot 10^{-6}$.

Die Vergleichung des Thermoelements mit dem Luftthermometer ist bis annähernd 1100° ausgeführt. Für das Temperaturintervall von 350° bis 1080° werden mehrere Beobachtungsreihen mitgetheilt, welche die thermoelektrische Kraft (in Mikrovolt) als Funktion der Temperatur darstellen. *Hn.*

Neuer Sicherheitsbrenner.

Chem. Ztg. ***16.*** *S. 1692. (1892.)*

Die Firma Warmbrunn, Quilitz & Co. in Berlin bringt verschiedene Arten von Brennern in den Handel, welche nach dem Patent Porges, wie nebenstehend abgebildet ist, mit Sicherheitsvorrichtung versehen sind. Der Brenner trägt eine aus einem Messingröhrchen bestehende Schleife, deren tiefste Stelle durch das beim Anzünden zu benutzende Streichholz einige Sekunden erwärmt wird. Durch die dadurch bewirkte Ausdehnung der Luft im Messingröhrchen wird eine metallene Membran zur Seite gedrückt, welche bisher die Gaszuführungsöffnung noch verschloss, und das nunmehr frei ausströmende Gas entzündet sich. Verlischt die Flamme zufällig, so zieht sich mit der Abkühlung des Brenners die Luft im Messingröhrchen zusammen und die Membran schliesst die Gaszufuhr. Dies geschieht mit Sicherheit 60 Sekunden nach Verlöschen der Flamme (vgl. auch *diese Zeitschrift 1891. S. 430*). *F.*

Ueber eine Anwendung der Photographie bei dem Halbschatten-Polarimeter.

Von Chauvin und Ch. Fabre. *Compt. Rend.* ***113.*** *S. 691. (1891.)*

An Stelle der direkten Beobachtung der Gleichheit beider Felder eines Halbschattenapparates mit dem Auge suchen die Verfasser ein photographisches Verfahren anzuwenden. Sie bedienen sich des Halbschattenapparates von Laurent und benutzen als Lichtquelle ein Knallgasgebläse, welches auf geschmolzenes Kochsalz gerichtet wird. Der photographische Apparat ist hinter dem Polarimeter angebracht und ermöglicht es, 80 Auf-

nahmen hintereinander auf einer Platte von 9 × 12 *cm* anzufertigen. Die besten Resultate erreichte man mit einem Objektiv 2 *B* von Dallmeyer (Brennweite 0,216 *m*); die photographischen Platten wurden nach dem von Vogel angegebenen Verfahren für gelb empfindlich gemacht; durch einen automatischen (chronometrischen) Verschluss wurde eine stets gleiche Expositionsdauer garantirt. Es muss ein Entwickler angewandt werden, der alle Halbschatten auf's feinste hervortreten lässt. Zur Bestimmung des Nullpunkts werden bei verschiedenen successiven Winkelstellungen des Polarisators Aufnahmen gemacht, wobei die Expositionsdauer z. B. bei 14° Drehung 30 Sekunden, bei 24° nur 10 Sekunden zu betragen hat. In dem letzteren Fall würde die Einstellung mit dem Auge sehr unempfindlich sein, so dass die hier beschriebene Methode gewisse Vorzüge besitzt. Einige noch vorhandene Schwierigkeiten hoffen die Verfasser heben zu können. *W. J.*

Ein neuer Titrirapparat mit automatischer Einstellung des Nullpunktes.

Von St. Krawczynski. *Chem. Ber.* **25.** *S. 3010. (1892).*

Der vom Verfasser konstruirte, im Original abgebildete Titrirapparat besteht im Wesentlichen aus einer Bürette, welche oben verschliessbar ist. In derselben befindet sich ein Ueberfallrohr, dessen oberes Ende genau in der Höhe des Nullpunktes liegt, und welches nach unten zu mit dem die Titrirflüssigkeit enthaltenden Gefäss in Verbindung steht und in diese eintaucht. Man presst durch das innere Rohr die Flüssigkeit in die Bürette hinein und diese muss sich beim Nachlassen des Druckes genau bis zum Nullpunkte entleeren. *F.*

Neu erschienene Bücher.

Deutsche Mathematiker-Vereinigung. Katalog mathematischer und mathematisch-physikalischer Modelle, Apparate und Instrumente. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen herausgegeben im Auftrage der Vereinigung von Walther Dyck, Professor an der technischen Hochschule München. Wolf & Sohn, München 1892. 8°. XVI u. 430 S. M. 9,50.

Die Deutsche Mathematiker-Vereinigung hatte in Halle beschlossen, ihre nächste Versammlung im Herbste 1892 in Nürnberg abzuhalten und zugleich dort eine Ausstellung mathematischer und mathematisch-physikalischer Modelle, Apparate und Instrumente zu veranstalten; sie wollte ein zusammenhängendes Bild von der bedeutenden Entwicklung dieser Lehr- und Forschungsmittel seit der Londoner Ausstellung im Jahre 1876 geben und dadurch zu weiteren Fortschritten anregen. Das Vorhaben, dessen Durchführung Herrn Prof. Dyck übertragen wurde, fand die Unterstützung der Behörden des Deutschen Reiches und des Königreichs Bayern. Zahlreiche Gelehrte, wissenschaftliche Institute und Werkstätten des In- und Auslandes sagten ihre Betheiligung zu.

Insbesondere bildete sich in Grossbritannien ein Comité mit Lord Kelvin (William Thomson), Greenhill und Henrici an der Spitze, um die Ausstellung mit den hervorragendsten Gegenständen zu beschicken. Die gesundheitlichen Verhältnisse im Herbste 1892 veranlassten die Absagung der Versammlung der Deutschen Mathematiker-Vereinigung und die Verschiebung der Ausstellung, die nunmehr im September 1893 in München stattfinden soll. Durch die Zusammenwirkung zahlreicher Fachgenossen war für die Nürnberger Ausstellung ein ausführlicher Katalog hergestellt worden, der genaue Beschreibungen und viele Abbildungen der auszustellenden Gegenstände enthält. Trotz der Verschiebung der Ausstellung wurde im vergangenen Herbste der Katalog herausgegeben und zwar mit Recht, denn so wird es hoffentlich leichter möglich sein, bis zum kommenden September noch manche Lücke auszufüllen.

Dem eigentlichen Katalog geht eine Reihe von Abhandlungen voran, von denen hier hervorzuheben wären: A. v. Braunmühl, *Historische Studie über die organische Erzeugung ebener Curven von den ältesten Zeiten bis zum Ende des achtzehnten Jahrhunderts;*

L. Boltzmann, *Ueber die Methoden der theoretischen Physik*; A. Amsler, *Ueber mechanische Integrationen;* O. Henrici, *Ueber Instrumente zur harmonischen Analyse.*

Es war geplant, die Ausstellungsgegenstände in drei Abtheilungen einzuordnen, von denen die erste Arithmetik, Algebra, Funktionentheorie und Integralrechnung, die zweite Geometrie und die dritte angewandte Mathematik umfassen sollte.

Aus der ersten Abtheilung wäre zu erwähnen die reiche Sammlung der verschiedenen Rechenschieber und Rechenmaschinen, von den einfachsten Vorrichtungen bis zu der geistreichen Erfindung Selling's fortschreitend, darunter die geschichtlich werthvollen Instrumente von Gersten, Hahn, Müller, Beireis und Schuster. Von der unvollendet gebliebenen Analytischen Maschine von Babbage, auf die 340000 Mark verwandt worden sind, sollte eine Photographie eine Vorstellung geben. Wohl mehr merkwürdig als zweckmässig ist der Apparat von Veltmann, mit dem man auf hydrostatischem Wege lineare Gleichungen auflösen kann. Den Glanzpunkt der ersten Abtheilung würde neben dem *Trace-Computor* von Galton aber die so reiche Sammlung von Kurvometern, Planimetern und sonstigen Instrumenten zur mechanischen Integration, darunter die harmonischen Analysatoren von Thomson, Henrici, Sommerfeld und Wiechert gebildet haben.

Von den Gegenständen der zweiten Abtheilung sind die Zeichenapparate für die Instrumentenkunde von Bedeutung. Aus der wenig umfangreichen Zusammenstellung wären hervorzuheben einige Perspektographen und Pantographen, darunter der von Galton, und vor allem der perspektivische Apparat von Hauck und Brauer. Die sehr reichhaltige und hochinteressante Sammlung von Modellen dieser Abtheilung sowohl wie der übrigen kann an dieser Stelle nicht gewürdigt werden.

Die wenigen Apparate zur Mechanik, die in der dritten Abtheilung ausgestellt werden sollten, würden nur ein unvollständiges Bild der zahlreichen Hilfsmittel abgegeben haben, die heutzutage dem Unterricht und der Forschung zu Gebote stehen. Recht sinnreich ist der Apparat zur Bestimmung der Fallgeschwindigkeit von Barrell. In der kinematischen Sammlung beabsichtigen Burmeister, Kempe, Kleiber, Reuleaux, Rittershaus und Rodenberg zahlreiche besonders interessante und wichtige Modelle auszustellen.

Die Gruppe der mathematischen Physik würde einige Wellenmaschinen von Boltzmann, mehrere optische Modelle von O. E. Meyer, sphärische und ebene Gläser zur Kontrole der Genauigkeit der Krümmung von C. A. Steinheil Söhne in München geboten haben. Die wichtigsten Gegenstände dieser Gruppe aber wären unzweifelhaft eine Reihe von Modellen und Apparaten zur mechanischen Versinnlichung elektrodynamischer Vorgänge gewesen: das Modell zur Veranschaulichung gewisser Eigenschaften des Aethers nach Maxwell's Theorie von Fitzgerald; zwei Modelle zur mechanischen Versinnlichung elektrischer Vorgänge nach Maxwell's Theorie von Lodgl; die Apparate zur hydrochmechanischen Versinnlichung der elektrischen und magnetischen Erscheinungen von Bjerknes und der Apparat zur mechanischen Versinnlichung zweier elektrischen Ströme (Bicycle) von Boltzmann.

Die Sammlung geodätischer, nautischer und meteorologischer Instrumente wäre recht klein, zu klein, ausgefallen. Sie würde im Wesentlichen aus dem logarithmischen Tachymeter von Tichy und Ott, einigen schönen, von der Hamburger Seewarte ausgestellten Instrumenten und dem Apparat zur Bestimmung der Höhe und Geschwindigkeit der Wolken von Strachey bestanden haben.

Hoffentlich gelingt es Herrn Prof. Dyck, trotz der Weltausstellung in Chicago alle Gegenstände im kommenden Herbste wieder zu vereinigen und die noch vorhandenen Lücken bis dahin auszufüllen. — Der vorliegende, gut ausgestattete und mit mehreren Registern versehene Katalog ist als eine wesentliche Bereicherung der Literatur über Instrumentenkunde freudig zu begrüssen, und es ist zu erwarten, dass er ebenso wie die Ausstellung selbst zu weiteren Fortschritten auf diesem Gebiete lebhaft anregen wird.

Hahn-Machenheimer.

H. Krone. Ueber das Problem, in natürlichen Farben zu photographiren. Dresden M. 0,60.
E. W. Lehmann. Ueber ein Photometer. Erlangen. M. 1,50.
A. Righi. *Sulla Teoria dello Stereoscopio.* (*Bologna, Mem. Accad.*) M. 1,50.

Patentschau.

Mikrophon. Von E. Meyer in London. Vom 5. November 1891. No. 63611. Kl. 21.

Bei diesem Mikrophon werden die Widerstandsänderungen durch zwei unter einem Winkel zu einander in frei beweglicher Verbindung stehende und an ihren Enden freibeweglich gelagerte Stücke *C D* aus Kohle bewirkt.

Spiritusgebläselampe. Von F. Hugershoff. Vom 13. September 1891. No. 63457. Kl. 42.

Der im Kessel *A* erzeugte Spiritusdampf wird gleichzeitig als Heiz- und als Gebläsegas verwendet. Zu dem Zwecke ist ausser der Gebläsedüse *c* am Spirituskessel *A* in dessen Innern das mittels Ventil *f* absperrbare, unterhalb des Kessels *A* ausmündende Röhrchen *d* angebracht, durch welches die entwickelten Spiritusdämpfe gleichfalls unter den Kessel geführt werden, um, von der in *b* befindlichen Flamme entzündet, zur ferneren Verdampfung des im Kessel vorhandenen Spiritus zu dienen.

Kneifzange. Von G. Möller in Krautsand. Vom 15. Januar 1892. No. 63642. Kl. 87.

Die Kneifzange, durch welche ein leichtes und gerades Ausziehen von Nägeln angestrebt wird, besteht aus zwei sich übereinander kreuzenden, um einen Stift *a* drehbaren zweiarmigen Hebeln *b*, deren kürzere Arme zu einem doppelten Maul *c* ausgebildet sind, dessen eine Backe *d* behufs Vergrösserung des wirksamen Hebelarmes verstärkt ist.

Waage für Säcke und andere Behälter von verschiedener Höhe. Von P. Morival in Lille. Vom 9. Januar 1892. No. 64708. Kl. 42.

Der Waagebalken *E* lässt sich behufs Anpassung der Waage an die jeweilige Sacklänge durch Drehung des Handrädchens *f* eines Zahnstangengetriebes sammt der zugehörigen mit der Zahnstange *b* fest verbundenen Zunge *R* heben und senken. Nach der Einstellung wird die Führungsstange *T* mittels der Schraube *x* festgeklemmt. Auch die Gewichtsschale ist stellbar; ihre Tragstange *a* kann in der Hülse *z* verschoben und an der passenden Seite durch einen Steckkeil befestigt werden.

Schraubensicherung mit klemmendem Schraubenmutteransatz. Von C. Banowitz in Budapest. Vom 23. Mai 1891. No. 64791. Kl. 47.

Die Sicherung wird durch einen mit der Schraubenmutter *a* aus einem Stück hergestellten verjüngten klemmenden Ansatz a_2 von vollem ringförmigem Querschnitt erreicht. Durch entsprechend festes Anziehen der Schraubenmutter wird der klemmende Ansatz in eine verjüngte Oeffnung *b* hineingezwängt und darin das Material des klemmenden Ansatzes gegenüber dem ursprünglichen auf einen kleineren Querschnitt zusammengepresst, was soweit gesteigert werden kann, dass die ursprünglich lose drehbare Schraubenspindel *d* durch den klemmenden Ansatz selbst zusammengedrückt und festgeklemmt wird.

Schraubenschlüssel. Von Mathew Banyard in Brighton. Vom 17. November 1891. No. 64523. Kl. 87.

Der Schraubenschlüssel ist dadurch gekennzeichnet, dass dessen Rumpf mit einer Längsbohrung r', s' und einer Querbohrung r, s versehen ist. In Fig. 2 ist die in Fig. 1 dargestellte bewegliche Backe J in den Schlüssel eingeführt und kann mittels einer Mutter I angezogen werden. Diese ist an der Kreuzung der beiden Bohrungen in einem umsteckbaren Prisma H gelagert, dessen Durchbrechung entweder mit der Längs- oder mit der Querbohrung des Rumpfes in Deckung gebracht werden kann. Die feste Klemmbacke E des Schraubenschlüssels ist mit begrenzter Bewegung drehbar am Rumpf des Schlüssels angeordnet, so dass beim Einklemmen eines Rohres oder dergl. zwischen die Backen des Schlüssels der Backen E sich nach Aussen neigt und das Rohr knebelartig fasst.

Fig. 1. Fig. 2.

Elektromagnetische Bewegungsvorrichtung mit schwingendem Anker. Von K. Schöller und R. Jahr in Opladen. Vom 14. April 1891. Nr. 64715. Kl. 21.

Die Bewegung wird durch die gleichzeitige Wirkung der Anziehung entgegengesetzter Pole und der Abstossung gleicher Pole hervorgerufen. Die Vorrichtung besteht aus zwei Elektromagnet-Systemen A und B, von denen das eine A eine ungerade Anzahl Polschenkel a b c und das andere B eine gerade Anzahl Polschenkel d e besitzt. Die Erregung des erstgenannten Systems A geschieht in der Weise, dass die Polschenkel a c gleiche Polarität zeigen, während der zwischen diesen liegende Polschenkel b den ersteren entgegengesetzt polarisirt wird. Die Polschenkel des anderen Systems B sind entgegengesetzt polarisirt. Um den beweglich gelagerten Theil B in Schwingungen zu versetzen, wird der Stromlauf in den Erregerspulen durch Vermittlung eines Umschalters so geregelt, dass die Stromrichtung in den Spulen des einen Systems A gleichbleibt, während sie in den Spulen des anderen Elektromagneten B wechselt.

Fräser mit veränderlichem Profil der getheilten, nachstellbaren Fräsmesser. Von C. Raabe in Berlin. Vom 1. September 1891. No. 64309. Kl. 49. *Vgl. d. Zeitschrift 1892. S. 232.*

Instrument zur Bezeichnung der Mitten von sphärischen Linsen, sowie der Axe von Zylinderlinsen und zur Messung von Prismenwinkeln. Von The Geneva Optical Comp. in Chicago. Vom 4. Juni 1891. No. 63623. Kl. 42.

In seiner einfachsten Form hat das Instrument die in der Figur dargestellte Gestalt. Die zu messende sphärische Linse wird zwischen die unbeweglichen Spitzen D und die Spitzen H I des um F schwingenden Zeigers z so eingelegt, dass der Zeiger auf Null weist; sodann wird der von der Spitze I bezeichnete Punkt angemerkt. Eine zweite solche Vermerkung findet nach einer Drehung der Linse um 180° statt. Fallen die beiden Punkte nicht, wie es sein muss, zusammen, so ist die Linse unter Berücksichtigung der Abweichung senkrecht zur Zeigerebene etwas zu verschieben und eine zweite Vermerkung zu machen u. s. w., bis die Punkte zusammenfallen.

Um die Mitte sofort zu bekommen, wird die Anzahl der oberen und der unteren Spitzen vermehrt und der untere Satz Spitzen ebenfalls, wie der obere, beweglich gemacht.

Bei der Messung von Prismenwinkeln wird das Prisma zwischen den Spitzen in diejenige Stellung gebracht, bei welcher der Zeiger z den grössten Ausschlag hat. Dieser bestimmt den Winkel. Zur Bezeichnung der Axe einer sphärischen Linse wird diese so zwischen die Spitzen gelegt, dass der Zeiger ruhig stehen bleibt, wenn sie in der Richtung von dessen Spitzen verschoben wird. Die Spitzen geben dann die Axe an.

Verfahren und Vorrichtung zum Bohren, Drehen oder Hobeln mittels Schneiderollen. Von H. Wallasch in St. Petersburg. Vom 31. Januar 1892. No. 64394. Kl. 49.

Zum Drehen, Hobeln oder Bohren werden Schneiderollen *a* benutzt, die dicht nebeneinander und auf einer Unterlage angebracht und auf oder mit dieser in der Bahn der Flächenbearbeitung so weit verschoben werden können, bis jede Schneiderolle die Stelle ihrer Vorgängerin eingenommen hat. In dieser Weise können Hohlflächen ausgebohrt und Aussenflächen abgedreht bezw. abgehobelt werden.

(Es ist nicht recht verständlich, weshalb für die gewöhnlichen Schneidestichel die anerkannt ungünstigen Schneiderollen verwendet werden sollen.)

Elektrische Stromschlussvorrichtung für Gasrohrkugellager. Von Th. Schulze in Glauchau. Vom 16. Dezember 1891. No. 64114. Kl. 21.

An den Lagerschalen des Gasrohrkugellagers sind zwei von einander isolirte Stromschlussringe *k k* befestigt. Gegen dieselben schleifen von einander isolirte Stromschlussfedern *p*, welche mit den Leitungsenden der Vorrichtung verbunden sind.

Dampffeuchtigkeitsmesser. Von H. Dunker in Berlin. Vom 14. August 1891. No. 64096. Kl. 42.

Die Darmsaite *a* ist zwischen den elektrischen Leitern *b* und *c* derart angeordnet, dass bei erfolgender Drehung der Saite der Stift *d* an den Vorsprung *e* anschlägt und somit bei fortgesetzter Drehung ein abwechselndes Schliessen und Oeffnen eines elektrischen Stromes und entsprechende Bethätigung eines Läutewerkes bewirkt. Tritt dagegen eine Verkürzung der Saite ein, so wird die, dieselbe umhüllende metallene Röhre *f* an die Leiter *b* und *c* gepresst und bewirkt auf diese Weise Stromschluss und elektrisches Signal.

Schwimmermessvorrichtung für Flüssigkeiten. Von Firma Ignatz Spiro & Söhne. Vom 1. Oktober 1891. No. 64700. Kl. 42.

Bei Abstellung des Zu- oder Ablaufs der Flüssigkeit wird die vom Schwimmer in Umdrehung versetzte Welle mit der Welle der Vermerkvorrichtung dadurch sofort verkuppelt, dass mittels des Hebels *t* der Daumen *d* aus der Bahn des Hebels *h* gebracht wird und alsdann dieser Hebel *h* die beiden Hälften einer Reibungskuppelung *F* in Eingriff bringt. Die Entkuppelung der beiden Wellen wird bei der entgegengesetzten Umstellung der Hähne durch Einwirkung des Daumens *d* auf den Hebel *h* bewirkt.

Kneifer mit Hebelvorrichtung. Von O. Jüch jr., in Rathenow. Vom 1. Dezember 1891. No. 63832. Kl. 42.

Um das Oeffnen des Kneifers beim Aufsetzen und Abnehmen zu erleichtern, ist der Hebel *h* angeordnet, dessen Drehpunkt bei *a* liegt. Ein Druck auf den Hebel öffnet den Kneifer. Hierzu ist nur eine Hand (die rechte) erforderlich.

Mikrophon mit nur am Mittelpunkt der Schallplatte befestigtem Kohlensystem. Von F. Müller in Berlin. Vom 22. Oktober 1891. No. 64517. Kl. 21.

Bei diesem Mikrophon sind die Kohlenwalzen und ihre Lager, sowie die Bremsvorrichtung nicht unmittelbar an der Schallplatte befestigt, sondern werden von einer Feder *f* getragen, die nur mit dem Mittelpunkt der Schallplatte starr verbunden, im Uebrigen durch Federn *s* gegen die Schallplatte abgestützt ist. Durch diese Anordnung sollen schädliche Einwirkungen vermieden werden, die beim Verziehen und Werfen der Schallplatte auftreten würden. Durch Filzstreifen *e*, die in die Lager der Kohlenwalzen eingelegt werden, wird ferner eine axiale Verschiebung der Kohlenwalzen verhindert.

Verfahren zur Verbindung des Einführungsdrahtes von Glühlampen mit der Birne. Von P. Scharf und R. Latzkow. Vom 17. Juli 1891. No. 63599. Kl. 21.

Ein Einschmelzen der Einführungsdrähte in die Glasbirne wird dadurch entbehrlich gemacht, dass das Glas an der Durchschnittsstelle der Drähte durch vorheriges Einbrennen von Edelmetallen mit einem gut haftenden Ueberzug versehen wird. Durch Löthung oder galvanische Niederschläge wird der betreffende Ueberzug mit dem aus dem unedlen Metall bestehenden Einführungsdraht verbunden.

In einer Abänderungsform erfolgt die Löthung oder galvanische Verbindung zwischen dem Ansatzröhrchen *a* und dem aufgeschobenen Hütchen *c*.

Bogenlampe mit beweglichen Führungsrohren für die Kohlenhalter. Von M. Naeck und R. Holsten in Leipzig. Vom 13. Juni 1891. No. 63939. Kl. 21.

Die Regelung der Kohlenstifte beim Nachschub erfolgt dadurch, dass die Kohlenhalter *a b* durch Einwirkung des Arbeitsmagneten *A* und Ankers *J* auf das Rad *e* in ihren Führungsrohren *B D* bewegt werden. Der hierbei auftretende Reibungswiderstand der Kohlenhalter in den Führungsrohren, bei den durch die Stromschwankungen veranlassten Regelungsbewegungen, wird dadurch umgangen, dass die Kohlenhalter sich gemeinschaftlich mit den Führungsrohren bewegen, welche an dem durch die Elektromagnete *H* und *N* beeinflussten Anker *E* aufgehängt sind.

Verschlussvorrichtung an Blitzableiter-Isolatoren. Von Siemens & Halske in Berlin. Vom 8. Dezember 1891. No. 64111. Kl. 21.

Durch einen Doppeldeckel D_1 D_2 wird in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise der dichte Abschluss der die Blitzableitung bewirkenden geriefelten Fläche bei (P und D_2) und eine leichte Lösung der Theile gewährleistet. Die Erdverbindung wird mittels der Schraube *E* hergestellt, *L* ist mit der Leitung verbunden.

Galvanische Batterie mit gleichmässiger Zuführung neuer Flüssigkeiten. Von Ch. Pollack in Paris. Vom 26. November 1890. No. 64533. Kl. 21.

Die Zuführung neuer Flüssigkeiten in die porösen Zellen geschieht durch bis zum Boden der letzteren reichende Rohre *h*, die oben neue Flüssigkeit aufnehmen und diese unten in die Zellen einleiten. Die Flüssigkeit wird in dem Gefäss *N* gleichmässig in die verschiedenen Rohre *h* durch ein Kippgefäss von besonderer Art vertheilt.

Für die Werkstatt.

Mittheilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

5. Schwarzbeize für Zink (Tiefviolettschwarz). Man löst in 500 *g* heissem Wasser 40 *g* chlorsaures Kali und 80 bis 100 *g* Kupfervitriol. Nach dem Erkalten wird filtrirt, wenn sich ein Niederschlag gebildet haben sollte.

Die Zinkgegenstände werden gut entfettet und dann entweder einen Augenblick in verdünnte Salzsäure getaucht oder damit bestrichen und mit feinstem Sand gescheuert, darauf abgespült und mit einem sauberen, weichen Leinenlappen gut getrocknet. Diese Behandlung ist unbedingt nothwendig, wenn die Färbung tadellos ausfallen soll. — Die so vorbereiteten Gegenstände werden nun in der Beize einen Augenblick untergetaucht oder mittels weichhaarigen Pinsels gleichmässig damit bestrichen. Die Farbschicht erscheint manchmal zuerst röthlich; sie wird aber in kurzer Zeit schwarz und erst dann, wenn dies eingetreten ist, wird der Gegenstand gut abgespült und getrocknet. Bei guter Vorbereitung genügt ein einziger Ueberzug; sollte

indessen eine Wiederholung nöthig sein, so darf ebenfalls nicht früher abgespült werden, bis die nunmehr sicher rothfleckig auftretende Färbung schwarz geworden ist.

Nach erfolgtem Trocknen wird der Gegenstand entweder lackirt oder mit Wachs oder Oel eingerieben.

6. **Schwarzbeize für Zink** (Schwarzgrau) nach **Dullo**. Man löst 90 *g* kryst. Antimonchlorür (Spiessglanzbutter) in 800 *g* möglichst hochprozentigem (mindestens 95%) Alkohol und setzt 60 *g*, am besten reine Salzsäure hinzu. Hatte der Alkohol niederen Gehalt, so fällt nach einiger Zeit ein Theil des Antimonchlorürs als flockiger Niederschlag heraus. Dies tritt schon bei einem Alkohol von 91% ein. Zur Lösung des Niederschlages setzt man noch etwas Salzsäure zu. — Es ist bei Anwendung dieser Beize durchaus nothwendig, dass der Ueberzug möglichst schnell trocknet, weil sich sonst das fein vertheilte Antimon an der Luft zu weissem Antimonoxyd oxydirt. Es wird aus diesem Grunde auch der schnell verdunstende Alkohol benutzt.

Der vorher genügend vorbereitete Gegenstand wird mit dieser Lösung mittels weichen Pinsels oder Bürste gleichmässig überstrichen, dieser erste Ueberzug jedoch sofort mit reinem Lappen abgewischt; er hat nur den Zweck, die Zinkoberfläche zu reinigen. Darauf wird der Anstrich wiederholt und der Gegenstand an einem warmen Ort schnell getrocknet. — Der Ueberzug wird nach dem Trocknen **stumpf** schwarzgrau; er muss gleich darauf entweder lackirt oder mit Wachs bezw. mit Leinöl eingerieben werden. In ersterem Fall muss ein leichtes Abwischen vorausgehen, während bei der letzten Behandlungsweise dasselbe nicht gerade nothwendig ist. — Die gebeizten Gegenstände dürfen nach dem Trocknen nicht lange ohne schützenden Ueberzug liegen bleiben, weil die Farbschicht Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt.

Die Beize wird in gut verschlossenen Gefässen an kühlen Orten aufbewahrt.

Die Schwarzbeize No. 5 ist empfehlenswerther wie die vorstehend beschriebene.

Schw.

Einige Werkstattmesswerkzeuge mit Feinstellung Mitgetheilt von K. Friedrich.

Die in der Werkstatt zum rohen Messen von Stücken bei der Bearbeitung bezw. zum Vergleichen derselben mit dem Maassstab oder mit vorhandenen Stücken, denen sie gleichen sollen, verwendeten Taster sind, zumal in der Hand des Ungeübten, recht unbeholfene Werkzeuge. Die Vergleichung mittels derselben wird bekanntlich in der Weise bewirkt, dass man die nach jeder Richtung hin mehr oder weniger und ungenau abgerundeten Enden der beiden Tasterschenkel erst über das zu vergleichende Stück streift, die Schenkel soweit öffnet, dass die Schenkelenden ohne merkliche Reibung das Stück an den zu bestimmenden Enden berühren, und nun denselben Hergang an dem Vergleichsstück wiederholt, indem man beobachtet, ob die Reibung beim Ueberstreifen des Tasters dieselbe ist wie beim ersten Stücke; bei der Vergleichung mit dem Maassstabe wird ausser diesen beiden Manipulationen noch jede der beiden etwa verschiedenen Schenkelöffnungen durch Aufstellen des Tasters auf den Maassstab ihrer Grösse nach bestimmt und der Unterschied berechnet. Es ist klar und jeder Mechaniker hat die Erfahrung gemacht, dass eine richtige Vergleichung von der korrekten Lage des Tasters zu dem zu messenden Stück abhängig ist und von der Uebung, die Grösse der Reibung richtig abzuschätzen; daraus ist es erklärlich, dass Lehrlinge und oft genug auch junge Gehilfen vielfach falsch messen, und zwar zu gross, wenn sie die durch die Schenkel des Tasters gebildete Ebene nicht stets rechtwinklig zur Axe der zu messenden Stücke halten, zu klein, wenn sie die Tasterschenkel mit grosser Reibung über das Stück zwängen.

Fig. 1.

Fig. 2. Fig. 3.

Aber auch für den Geübten hat der Gebrauch des Tasters gewisse Unbequemlichkeiten, die man in Folge der häufigen Anwendung zu übersehen sich gewöhnt hat und die in der Unbequemlichkeit der letzten genauen Einstellung bestehen. Wenn nämlich die Tasterschenkel nahezu bis auf das Maass des zu vergleichenden Stückes eingestellt sind, so bringt man sie durch weiteres vorsichtiges Gegeneinanderdrücken oder besser durch Klopfen gegen einen Schenkel zum vollkommenen Anschluss; dabei geschieht es häufig, dass man über das vorgeschriebene Maass hinausgeht und mit der Einstellung von Neuem beginnen muss. Vielfach ist deshalb an-

gestrebt worden, diese letzte Einstellung durch eine am Taster besonders angebrachte Feinstellvorrichtung zu bewirken. Die abgebildeten und im Folgenden zu beschreibenden Taster und Innentaster stellen derartig ausgestattete Werkzeuge vor; sie sind amerikanischen Ursprungs; die beiden ersteren werden von der Firma Wilhelm Eisenführ in Berlin in den Handel gebracht.

Fig. 1 stellt einen Innentaster dar, dessen Gelenk und Feinstellvorrichtung aus den Fig. 2 und 3 erklärt werden. *A* und *B* sind die Schenkel des Tasters; an der Stelle des Gelenkes trägt *B* einen konischen Ansatz, der in einer Schraube *s* endigt. Den konischen Ansatz umfasst passend ein Stück *C*, dessen Form aus Fig. 2 ersichtlich ist. *C* trägt konaxial zu der konischen Ausdrehung einen zylindrischen Ansatz, auf welchen der zweite Schenkel *A* aufgepasst ist. Bei einer Drehung von *C* um die konische Axe von *B* muss sich also auch *A* mitdrehen, während zu gleicher Zeit auch *A* gegen *C* drehbar ist. Die drei Theile werden in ihrer gegenseitigen Lage gesichert durch die Mutter *M*, welche mittels der Plattenfeder *F* gegen *C* wirkt und einen gleichmässigen Gang des Gelenkes bewirkt. Durch festen Anzug der Mutter gegen *C* wird das Gelenk geklemmt. Zur Feinstellung trägt nun *A* einen eingenieteten Gewindestift *g*, auf welchen die Rändelmutter *m* passt; *g* ragt durch ein Langloch der Platte *C* hindurch und wird durch die in *C* (auf der in Fig. 2 verdeckten Seite) eingelassene Feder *f* gegen die rechte Wand des Langloches gedrückt; dicht daneben erhebt sich ein kleines kegelförmiges Thürmchen *t*. Schraubt man nunmehr die an ihrem Ansatzende dem Thürmchen gleich kegelförmig gestaltete Mutter *m* auf die Schraube *g*, so wird Schraube und Mutter und mit ihnen Schenkel *A* vom Thürmchen entfernt werden, d. h. der Schenkel *A* wird in Bezug auf die Platte *C*, und wenn diese durch Anklemmung der Mutter *M* mit dem Schenkel *B* fest verbunden ist, auch in Bezug auf diese eine Bewegung ausführen, und zwar von *B* fort. Die Grösse dieser Feinstellung beträgt 3,5 *mm*. *a* ist eine Schraube mit flachem Ansatz, die *C* mit *A* fest verbinden kann; sie läuft in einem Langloch in *C*, um die Bewegung von *A* gegen *C* nicht zu hindern.

Fig. 4.

Fig. 4 zeigt einen gewöhnlichen Taster; die Schenkel *A* und *B* sind drehbar um ein Gelenk, das mit einem Ansatz an der hinteren Fläche von *B* liegt und in *A* in der einfachsten Weise vernietet ist. *B* ist vom Gelenk aus bis zum oberen Ende aufgeschnitten und trägt daselbst einen doppelten Ueberwurf *N*, welcher der Knebelschraube *K* zum Lager dient; mit ihrem mittelsten Theile, der zu den beiden Lagerzylindern exaxial liegt, vermag man die beiden durch Schnitt getrennten Theile von *B* zu nähern oder zu entfernen und somit das Gelenk zu lösen, sicherzustellen und ganz zu klemmen. Um dem Schenkel *A* eine Feinbewegung zu geben, ist derselbe ebenfalls in der ersichtlichen Weise aufgeschnitten; bei *b* befindet sich ein zylindrisches Loch, welches nach der hinteren Seite konisch ausgesenkt ist; in dieser konischen Aussenkung liegt eine Schraube *c* mit konischem Hals, welche durch die Rändelmutter *r* in die Senkung gezogen werden kann, die beiden durch Schnitt getrennten Theile von *A* auseinander presst und auf diese Weise den Schenkel *A* dem anderen *B* nähert. Die Grösse der Feinstellung bei diesem Taster beträgt 1,5 *mm*.

Fig. 5.

Eine den vorbeschriebenen Tastern ähnliche Einrichtung wird in der *Bayr. Industrie- und Gewerbeztg.* **24.** *S. 312.* (*1892*) nach *American Maschinist* beschrieben. Es ist dies zwar kein Taster mit Feinstellvorrichtung, vielmehr ist, wie aus Fig. 5 zu ersehen ist, ein Fühlhebel *F* an dem Schenkel *A* angebracht, dessen Zeiger auf einer Kreistheilung *T* Aenderungen in seiner Stellung anzeigt; er wird durch die Feder *f* in der Nulllage erhalten. Dieser Taster dürfte sich besonders gut zur Untersuchung auf zylindrische Form und zum Passenddrehen auf eine bestimmte Grösse eignen, weil die Veränderung der Zeigerstellung auf der Kreistheilung als zahlenmässiger Werth abzulesen ist und dadurch den Fortschritt und jeweiligen Stand der Arbeit erkennen lässt, wodurch sich bekanntlich alle Fühlhebel und Fühllibellenapparate auszeichnen.

Die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in den Jahren 1891 und 1892.

Dem nachstehenden Bericht liegt eine dem Reichstage Ende November 1892 unterbreitete Denkschrift zu Grunde.

Einleitung.

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt hat auch in den letzten beiden Jahren wissenschaftliche und technische Arbeiten innerhalb ihres in der Denkschrift vom 13. Dezember 1890[1]) dargestellten Aufgabenkreises ausgeführt. Die Ergebnisse derselben sind sowohl durch Veröffentlichungen in Fachzeitschriften wie durch schriftlichen und mündlichen Verkehr den betheiligten Kreisen zugänglich gemacht. Namentlich hat die Anstalt auf die letzteren auch fördernd gewirkt durch ihre umfassende Betheiligung an den Einrichtungs- und Prüfungsarbeiten auf der vorjährigen internationalen elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M., sowie in öffentlichen Versammlungen durch Vorträge und Anregung in Fragen der Glasfabrikation, der elektrischen Messgeräthe, der Lichtmessung, der Härteversuche, des Anlassverfahrens bei Metallen und der einheitlichen Schraubengewinde.

Insbesondere muss hierbei die unermüdliche Thätigkeit des leider im Oktober v. J. durch den Tod abberufenen Direktors Dr. Loewenherz hervorgehoben werden, der durch seine rastlose Energie, seine ausgebreitete Sachkenntniss, seine Treue und Hingabe für die Ziele und Wirksamkeit der Anstalt, das Verständniss für die letztere weit über die nächsten Kreise hinausgetragen und der deutschen Technik und Industrie rühmlichst anerkannte Dienste geleistet hat.

I. Thätigkeit der ersten Abtheilung.

Die Aufgabe der ersten oder physikalischen Abtheilung der Reichsanstalt ist schon im Anfang der Denkschrift über die Thätigkeit der Anstalt vom Jahre 1890 übereinstimmend mit ihrer Geschäftsordnung bestimmt worden als „die Ausführung physikalischer Untersuchungen und Messungen, welche in erster Linie die Lösung wissenschaftlicher Probleme von grosser Tragweite und Wichtigkeit in theoretischer und technischer Richtung bezwecken und einen grösseren Aufwand an instrumentaler Ausrüstung, Materialverbrauch, Arbeitszeit der Beobachter und Rechner erfordern, als der Regel nach von Privatleuten oder Unterrichtsanstalten aufgeboten werden kann.“

Es lag in der Natur der Sache, dass in der ersten Periode des Bestehens der Reichsanstalt zunächst eine erhebliche Zahl von Aufgaben sich aufgehäuft hatte, die den bisher gar nicht oder unvollständig erfüllten Bedürfnissen der Technik entsprachen, und welche doch Aufgaben der ersten Abtheilung werden mussten, weil entweder Methoden zu ihrer Lösung noch gar nicht bekannt, sondern erst zu suchen waren, oder weil die bisher erreichte Genauigkeit der betreffenden Methoden zwar mässigen Ansprüchen genügte oder der Technik bisher genügen musste, dieselben aber doch mannigfachen Zweifeln Raum gaben und mit Fehlerquellen behaftet waren, deren Existenz man zwar kannte, deren Tragweite man aber nicht sicher beurtheilen konnte. In Fällen der letzteren Art musste die zweite, technische, Abtheilung anfangen zu arbeiten, um den an sie herantretenden Anforderungen der Technik zu entsprechen, so gut als es eben mit den bisher gefundenen wissenschaftlichen Methoden möglich war. Der ersten Abtheilung dagegen

[1]) *Diese Zeitschrift 1891. S. 149.*

fiel die weitläufigere und mühsamere Aufgabe zu, die bisher noch bestehenden Fehlerquellen aufzuspüren und zu beseitigen, möglichst grosse Sicherheit der Methoden und wissenschaftlichen Ergebnisse zu erstreben, soweit solche zur Zeit mit den besten Hilfsmitteln und durch angestrengte Arbeit kenntnissreicher und gut geschulter Arbeiter zu erreichen sind.

In der That ist die erste Abtheilung bisher so vollständig von den durch die Technik ihr gestellten Aufgaben beschäftigt gewesen, dass alle Zeit ihrer Mitglieder und Hilfsarbeiter dadurch in Anspruch genommen war.

Das grösste und ausgiebigste Arbeitsfeld, welches gleich vom Beginn der Anstalt in Angriff genommen werden musste, ist das der Wärmemechanik, welches die Quellen der Kraft in unseren wichtigsten Arbeitsmaschinen und Alles, was darauf Einfluss hat, umfasst, also Messungen der Temperatur, der Wärmemengen, der Veränderungen der wägbaren Körper, ihrer Eigenschaften und ihrer Arbeitswerthe durch die Wärme.

Die zweite Gruppe umfasste elektrische und magnetische Arbeiten; die ersteren mussten sich bisher auf möglichst genaue Herstellung und Auswerthung der international angenommenen Einheit des galvanischen Widerstandes des Ohm beschränken.

Die dritte Gruppe umfasste optische Arbeiten; ihre wichtigste und schwierigste Aufgabe wurde, nachdem in der früheren Periode schon ein sehr viel empfindlicheres Photometer hergestellt war, nun auch Methoden zu erfinden, durch die man eine für die erhöhte Genauigkeit der Lichtmessung hinreichend konstante und als Einheit zu brauchende Helligkeit herzustellen vermag, um dadurch die Leistungen unserer hochentwickelten Beleuchtungsindustrie auf ein einheitliches Maass zurückzuführen.

In einer vierten Gruppe sind gesonderte Untersuchungen verschiedener Art vereinigt, deren Nothwendigkeit sich bei Gelegenheit der vorerwähnten Arbeiten herausstellte.

Mit der Vollendung des Neubaues des Observatoriums hat auch die erste — physikalische — Abtheilung der Anstalt allmählich in eine vollere Thätigkeit übergehen können. Einstweilen benutzt allerdings noch das Baubüreau den Bibliotheksaal und ein kleineres Zimmer für seine Zwecke; auch haben die optische Gruppe der zweiten Abtheilung, sowie ein Theil der präzisionsmechanischen Gruppe derselben in Lokalen des Observatoriums provisorisch untergebracht werden müssen.

Arbeiten auf dem Gebiete der Wärme und der allgemeinen Präzisionsmessungen.

Die Thätigkeit dieser Gruppe hat sich noch vielfach auf die Herstellung und Erprobung der allgemeinen, mit dem Bau im Zusammenhang stehenden Einrichtungen, auf die Konstruktion der wichtigsten Apparate und auf andere vorbereitende Arbeiten erstreckt.

Säle konstanter Temperatur.

In beiden Mittelräumen des Beobachtungsgebäudes ist durch Aufstellung von Gasöfen, zu denen der Gaszufluss selbthätig regulirt wird, die Möglichkeit gegeben, diese Räume das ganze Jahr hindurch auf einer bestimmten, innerhalb gewisser Grenzen leicht einstellbaren Temperatur zu halten. Ein solcher Raum von konstanter Temperatur ist für viele Arbeiten und insbesondere auch zur Aufstellung von Uhren und registrirenden Apparaten, deren Angaben im Allgemeinen stark von der Temperatur beeinflusst werden, von ausserordentlichem Nutzen. Diese Einrichtungen haben sich in einer mehrere Wochen hindurch dauernden Probezeit gut bewährt, und man kann erwarten, dass es gelingen wird, Schwankungen der Temperatur, welche das Zehntel des Grades überschreiten, auszuschliessen. Später haben sich allerdings einige Mängel der Ausführung geltend gemacht, welche bisher nicht beseitigt wurden, da die Reparaturarbeiten nicht ohne Störung der zur Zeit in dem Mittelsaale in Angriff genommenen Untersuchungen hätten ausgeführt werden können.

Eisraum.

Die Temperatur der vorstehend erwähnten Räume muss zum Zweck genauer Regulirung immer etwas höher als die mittlere Aussentemperatur gehalten werden, für viele Arbeiten ist aber eine dem Gefrierpunkt nahe Temperatur der Umgebung Vorbedingung. Zu diesen Arbeiten dient ein Raum des Maschinenhauses, dessen Wände zum Theil von grossen Behältern verdeckt werden, deren Füllung, eine verdünnte Salzlösung, mit Hilfe einer Eismaschine abgekühlt wird. Es ist auf diese Weise gelungen, während der heissesten Sommerzeit wochenlang die Temperatur des Raumes sehr nahe dem Gefrierpunkt zu halten.

Dieser Raum ist bisher vorzugsweise bei den Arbeiten zur Herstellung normaler Siemens-Einheiten und zu kalorimetrischen Versuchen benutzt worden.

Bäder.

Für andere Untersuchungen genügt es, einen im Zimmer stehenden beschränkteren Apparat auf bestimmte, längere Zeit unverändert bleibende Temperaturen zu bringen. Zu diesem Zwecke sind mehrere Wasserbäder aufgestellt, deren Temperatur durch selbstthätig regulirte Heizung auf einer beliebig einzustellenden Höhe konstant erhalten wird. Dadurch, dass man das Wasser zwischen diesen Bädern und dem Apparate zirkuliren lässt, gelingt es, auch dem letzteren beliebige Zeit hindurch die gewollte Temperatur zu ertheilen. Die Zweckmässigkeit der hierfür getroffenen Einrichtungen ist schon vielfach bei den Arbeiten der Gruppe erprobt worden.

Thermometer.

Die Untersuchung der Hauptnormalthermometer sowie einer Anzahl von Gebrauchsnormalen aus dem Jena'er Glas 16^{III} und dem vom *Bureau international des Poids et Mesures* eingeführten französischen Glase ist nach dem in der früheren Denkschrift näher auseinandergesetzten Plane, der darauf ausging, die möglichst grosse Vollendung der Temperaturmessungen zu erreichen, durchgeführt worden. Ferner sind diese Thermometer sorgfältig mit einander verglichen worden und zwar sowohl in aufrechter als auch in liegender Stellung. Mit diesen Vergleichungen verbunden wurde eine Untersuchung über die Aenderungen des Eispunktes, welchen auch diese Thermometer, wennschon in erheblich geringerem Maasse als Thermometer aus den früher gebräuchlichen Glassorten, unterliegen.

Die Arbeiten zur Herstellung einer bestimmten Temperaturskala des Quecksilber-Thermometers können hiermit für das nächste Bedürfniss als abgeschlossen gelten. Indessen legen neuerdings in dem Glastechnischen Laboratorium zu Jena gemachte Fortschritte in der Herstellung von Gläsern die Verpflichtung auf, eine weitere Verbesserung der Quecksilberthermometer nicht ausser Augen zu lassen. Vorbereitende Schritte in dieser Richtung sind bereits geschehen, unbeschadet der Absicht, künftighin die thermometrischen Arbeiten hinter die anderen Aufgaben der Gruppe zurücktreten zu lassen.

Barometer.

Ein Normalbarometer, bei welchem man die Beseitigung der auch bei den besten bisher konstruirten Barometern bestehenden Unregelmässigkeiten zu beseitigen hofft, ist Herrn Fuess in Auftrag gegeben, und dürfte dessen Lieferung in nicht zu ferner Zeit erfolgen. Ein von demselben Mechaniker seit kurzem gelieferter Sprung'scher Barograph wird fortlaufend mit dem vorhandenen Barometer verglichen. Da aus den Aufzeichnungen dieses Instrumentes der zu einer bestimmten Zeit vorhanden gewesene Luftdruck mit der für viele Zwecke hinreichenden Genauigkeit von 0,1 *mm* sicher entnommen werden kann, so macht dasselbe vielfach besondere Barometerablesungen entbehrlich, welche bei manchen Untersuchungen aus Zeitmangel nur schwer ausführbar sein würden.

Eine Untersuchung über die Ausdehnung verschiedener Glassorten ist unter Benutzung eines von der Kaiserlichen Normal-Aichungskommission leihweise überlassenen Komparators ausgeführt und in ihren Resultaten veröffentlicht worden.

M. Thiesen und K. Scheel. *Ueber die Ausdehnungskoeffizienten einiger Glassorten. Zeitschr. f. Instr. 1892. S. 293.*

Durch diese Untersuchung ist eine schon früher erwähnte, mit den Mitteln der Anstalt ausgeführte Arbeit über die Ausdehnung des Wassers ergänzt und mit den besten gleichartigen Versuchen in Uebereinstimmung gebracht worden. Auch für die Arbeiten der elektrischen Gruppe zur Herstellung des legalen Ohms ist diese Untersuchung von Wichtigkeit gewesen.

Ausdehnung des Wassers und Quecksilbers.

Weitere Arbeiten, welche die genaue Festsetzung der Ausdehnung des Wassers und des Quecksilbers bezwecken, sind theils im Gange, theils unmittelbar bevorstehend. Dieselben werden für die nächste Zeit die Hauptaufgabe der Gruppe bilden.

Ausdehnung fester Körper.

Auch die Vorarbeiten für Ausdehnungsbestimmungen, welche mit Hilfe der Interferenz des Lichtes im Fizeau'schen Apparate ausgeführt werden sollen, sind soweit geführt, dass die eigentlichen Untersuchungen demnächst werden beginnen können. Da bei diesem Apparate die Messung in Bruchtheilen der sehr kleinen Lichtwellen erfolgt,

so erlaubt derselbe, zur genauen Bestimmung ihrer Ausdehnung Körper von verhältnissmässig sehr kleinen Ausmessungen anzuwenden, zum Beispiel würfelförmige Stücke der zu verschiedenen optischen und thermometrischen Zwecken gebrauchten Glasarten und Mineralien, die dabei leichter grosse Gleichmässigkeit ihrer Temperatur und genaue Prüfung der Gleichmässigkeit ihres Gefüges zulassen.

Zeitbestimmungen. Für die Zeitbestimmungen dient eine im Hauptsaale aufgestellte Pendeluhr. Dieselbe wird mit Hilfe eines Hipp'schen Chronographen, welcher an die Telephonleitung angeschlossen werden kann, zweimal wöchentlich mit der Uhr der Königlichen Sternwarte direkt verglichen.

Längenmessungen. Zur Ausführung von Längenmessungen ist die Abtheilung bisher nur im Besitze einer einfachen Theilmaschine, da leider einer der Hauptmeister der Präzisionsmechanik, Herr Bamberg, gleichzeitig Mitglied des Kuratoriums der Anstalt, der für dieselbe die Lieferung eines grossen Komparators übernommen hatte, seiner Thätigkeit durch den Tod entrissen wurde.

Wie bei fast allen Messapparaten die unvermeidliche Unvollkommenheit der mechanischen Ausführung eine zeitraubende Voruntersuchung bedingt, ehe der Apparat für seine Zwecke voll verwendbar wird, hat auch für die erwähnte Theilmaschine eine genaue Bestimmung der Fehler ihrer Schraube stattfinden müssen. Dieselbe Untersuchung ist für vier Schrauben von Okular-Mikrometern ausgeführt worden. Bei Gelegenheit dieser und ähnlicher Untersuchungen konnten auch die Theilungsfehler eines der Abtheilung gehörenden Maassstabes beiläufig bestimmt werden.

Wägungen Eine zum Theil nach neuen Prinzipien und vorzugsweise für die Bedürfnisse der Anstalt konstruirte, Herrn Stückrath in Auftrag gegebene Waage ist leider bisher noch nicht geliefert worden. Die Wägungen sind daher auf die unumgänglich nothwendigen beschränkt worden.

Spannungskoeffizienten von Gasen. Nach einer mit dem früheren Mitgliede der Anstalt Herrn Professor Pernet in Zürich getroffenen Uebereinkunft beabsichtigt derselbe, die Versuche über die Spannungskoeffizienten verschiedener Gase und bei verschiedenen Drucken als Gast der Anstalt auszuführen. Die nöthigen Vorarbeiten sind eingeleitet.

Eiskalorimeter. Auch vorbereitende Versuche mit einem Eiskalorimeter werden von einem freiwilligen Mitarbeiter unter unmittelbarer Leitung des Unterzeichneten angestellt.

Pyrometrische Arbeiten. Eine besondere Gruppe der thermometrischen Arbeiten bildeten die zur Messung von Temperaturen bis zu 1400° Celsius hinauf bestimmten pyrometrischen.

In der Reichsanstalt wurden solche Arbeiten veranlasst einmal durch die Arbeiten über den Einfluss der Härtungstemperatur auf den Magnetismus des Stahls und andererseits durch Versuche, welche zu dem Zwecke unternommen wurden, um zu prüfen, ob eine hinreichend genaue Bestimmung der absoluten Lichtquantitäten durch Messung der Temperatur glühender Körper möglich wäre. Dieses letztere ist bisher nicht gelungen, aber die vereinigten Bemühungen der genannten beiden Beamten sind doch für die sichere Messung so hoher Temperaturen in Graden des Luftthermometers, die auch für viele Zweige der Technik grosse praktische Wichtigkeit hat, sehr nützlich geworden.

Zu dem genannten Zwecke wurde das Le Chatelier'sche Thermoelement (Platin gegen Platinrhodium) mit dem Luftthermometer verglichen. Dazu wurden der Anstalt Porzellangefässe von der Königlichen Porzellan-Manufaktur geliefert, die so konstruirt waren, dass das Thermoelement ins Innere des Luftgefässes eingeführt werden konnte, sodass es die Temperatur der umgebenden Luftmasse annahm, welche durch ihren Druck im Manometer die absolute Temperatur anzeigte. Die Vergleichung wurde bis 1430 Grad durchgeführt und erreichte eine Genauigkeit von 5 Grad. Diese obere Grenze war dadurch gegeben, dass die Porzellangefässe bei höherer Temperatur und je nach dem Drucke zusammengequetscht oder durch Aufblasen der Glasur undicht wurden. Gleichzeitig ist noch der Ausdehnungskoeffizient des Porzellans, der für die Korrektion gebraucht wird, neu bestimmt worden. Schliesslich wurden verschiedenartige Thermoelemente mit einander

verglichen. Die gewonnene Temperaturskala diente noch zur Messung der Schmelzpunkte für Silber, Gold, Kupfer. Diese Punkte haben als feste Punkte der Temperatur grossen Werth, da die bisherigen Bestimmungen solcher Temperaturen bis 50 Grad von einander abweichen.

Die Porzellanmanufaktur hat auf Anregung der Reichsanstalt die Herstellung schwerer schmelzbarer Gefässe begonnen, und es ist deshalb Hoffnung vorhanden, mit der absoluten Temperaturmessung noch höher hinaufzugehen.

Diese Versuche sind veröffentlicht:

L. Holborn und W. Wien. *Ueber die Messung hoher Temperaturen. — Wied. Ann.* **47.** *S. 107 (1892) und Zeitschr. f. Instr. 1892. S. 257 und S. 296.*

Arbeiten aus dem Gebiete der Elektrizität und des Magnetismus.

Einen grossen Raum unter den Arbeiten der ersten Abtheilung haben bisher die Ausführungen von Normalwiderständen eingenommen, deren absoluter Werth nach der von Herrn Werner von Siemens aufgestellten Definition zu bestimmen war. Diese Definition wurde später auch durch den Pariser internationalen elektrischen Kongress und ebenso durch die neuesten englischen Gesetzvorschläge der als Ohm bezeichneten Widerstandseinheit zu Grunde gelegt.

Vorläufige Bestimmungen des Ohm, soweit sie in kürzerer Zeit und mit schon vorhandenen Instrumenten ausgeführt werden konnten, waren schon in der zweiten Abtheilung gleich nach ihrer Eröffnung angestellt worden und hatten Resultate ergeben, die durch die Vergleichung mit den durch deutsche, englische und französische Physiker konstruirten Etalons sich als genügend genau für die bisherigen Anwendungen solcher Maasse in der Technik erwiesen hatten, so dass nach diesen Normalen unbedenklich die Prüfungen und Beglaubigungen technischer Etalons ausgeführt werden konnten. Indessen ist, wie an späterer Stelle zu berichten sein wird, zum Theil durch die Arbeiten der Reichsanstalt selbst, die Genauigkeit, die in der Herstellung, der Konstanz und Vergleichung von Widerständen erreicht werden kann, und die praktische Wichtigkeit, welche die genaue Bestimmung der Widerstandswerthe nicht blos bei den wissenschaftlichen Untersuchungen, sondern auch in der schnell entwickelten und grosse Geldsummen verwendenden Elektrotechnik erlangt hat, so gestiegen und wird wahrscheinlich noch weiter so steigen, dass eine selbständige bis zu den Grenzen der jetzt erreichbaren Genauigkeit gehende Herstellung der Siemens-Einheit, beziehlich des in solchen Einheiten definirten Ohm für die Zwecke der Reichsanstalt nothwendig war. Diese ist der ersten Abtheilung übertragen worden.

Normal-Quecksilberwiderstände.

Der Definition ihres Autors nach ist die Siemens'sche Widerstandseinheit gleich dem Widerstande einer Quecksilbersäule von einem Meter Länge und einem Quadratmillimeter Querschnitt bei der Temperatur des schmelzenden Eises. Das Ohm des Pariser Kongresses ist gleich 1,06 *Siemens-Einheit*, das neue englische gleich 1,063.

Bei der praktischen Ausführung eines solchen Widerstandes dient als Träger der Quecksilbersäule ein Glasrohr, das mit dem Quecksilber angefüllt ist. Solche Glasröhren lassen sich nicht genau der Definition entsprechend anfertigen, vielmehr bedarf es einer durchgängigen genauen Kalibrirung ihrer Weite und Messung ihrer Länge, um die genaue Beziehung zwischen ihrem thatsächlichen und ihrem Soll-Widerstand berechnen zu können.

Im vorliegenden Falle sind zunächst für zwei Rohre aus Jenaer Glas XVI^{III} alle in Frage kommenden Grössen durch Kalibrirung, Längenmessung, Auswägung und elektrische Vergleichung auf das Genaueste bestimmt worden. Gleichzeitig dienten diese Rohre zu einer eingehenden Untersuchung der Fehlerquellen, sowie zur Feststellung eines einwurfsfreien Verfahrens bei der Konstruktion solcher Normale.

Zwei Gesichtspunkte waren bei diesen Arbeiten besonders maassgebend. Erstens sollten die absoluten Messungen bei der Temperatur des schmelzenden Eises vorgenommen werden, zweitens sollte eine Methode in Anwendung kommen, bei welcher der Ausbreitungswiderstand des elektrischen Stromes, welcher von der Art abhängt, in welcher der Strom dem Quecksilber-Widerstande zugeleitet wird, wegfällt.

Beide Forderungen bedingen allerdings grössere experimentelle Schwierigkeiten, denen man bei den bisherigen Konstruktionen des legalen Ohm meist aus dem Wege zu gehen gesucht hatte.

Die Wahl der Temperatur des schmelzenden Eises bietet zunächst den Vortheil, dass sie der Siemens'schen Definition entspricht und daher keinerlei Temperatur-Korrektionen nöthig macht, welche ein Hauptgrund der Differenzen bei den bisherigen Bestimmungen gewesen waren. Sodann ist diese Temperatur leicht unveränderlich zu halten und sicherer zu messen, als die gewöhnlich benutzte Zimmertemperatur. Für die elektrische Vergleichung ist es aber auch bei der schlechten Wärmeleitung des Glases und der starken Veränderlichkeit des elektrischen Widerstandes von Quecksilber mit der Temperatur ein unbedingtes Erforderniss, die Temperatur des Bades, in dem die Normalröhre liegt, lange Zeit hindurch konstant zu erhalten

Kalibrirung. Die zuerst ausgeführte Kalibrirung der in Millimeter getheilten Rohre, d. h. die Zurückführung ihres Volumens auf ideale Zylindergestalt, konnte bei einer beliebigen Temperatur vorgenommen werden, da es hier nur auf relative Grössen ankommt, die von der Temperatur nicht abhängen; es kam hierbei die für Thermometer gebräuchliche Methode der Kalibrirung mit mehreren Fäden zur Anwendung. Nach derselben wurden die Rohre an zwei Stellen, zwischen denen etwa 1 Ohm Widerstand liegt, durchgeschnitten und alle Schnittflächen auf das Sorgfältigste plan polirt, sodass man das Rohr wieder in seiner ursprünglichen Form zusammensetzen konnte.

Längenmessung. Der Abstand der beiden Schliffflächen des Ohmrohres wurde mittels der Fühlhebelmethode auf einem Komparator bestimmt und auf ein genau untersuchtes Normalmeter bezogen. Die Messung nahm man ausser bei Null Grad auch noch bei höheren Temperaturen vor, sodass gleichzeitig die Länge bei Null Grad und der lineare Ausdehnungskoeffizient des Glases bekannt wurde.

Auswägung. Für die Füllung der Röhre mit Quecksilber bei Null Grad war es behufs ihrer Abwägung von besonderem Werth, dass diese Operation in dem *S. 114* erwähnten Eisraume vorgenommen werden konnte. Die zu den Wägungen benutzten Gewichte sind genau verglichen und an Normalgewichte der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission angeschlossen. Die Uebereinstimmung verschiedener unabhängiger Füllungen mit Quecksilber beträgt etwa 0,000003 des Werthes, die Genauigkeit der Kalibrirung und Längenmessung ist eine bedeutend grössere.

Vergleichung. Um auch die elektrische Vergleichung der Widerstände unter einander bei Null Grad vornehmen zu können, musste man entweder gleichfalls in einem abgekühlten Raum arbeiten oder, indem man sich darauf beschränkte, nur die zu prüfenden Widerstände in geeigneten Bädern dieser Temperatur auszusetzen, eine Methode anwenden, bei der keine dicken Stromzuführungen nöthig sind, da andernfalls beträchtliche Fehler durch die Wärmeleitung entstehen. Die Wahl der Kohlrausch'schen Methode mit übergreifendem Nebenschluss, bei der die Zuleitungen ganz eleminirt wurden, ermöglicht das Arbeiten in Räumen von Zimmertemperatur bei Anwendung dünner Stromzuführungen. Ausser dieser Methode kam eine Art Doppelbrücke zur Verwendung, bei der das Galvanometer stromlos ist. Die Genauigkeit der elektrischen Messung beträgt bei einer Stärke des Messstromes von 0,01 Ampere etwa ein Milliontel des Widerstandes.

Bei diesen Vergleichungen waren die Glasröhren in ihrer ursprünglichen Form aus den drei Stücken wieder zusammengesetzt, jedoch unter Einschaltung sehr dünner Platinfolien zwischen die Schliffflächen.

Bei dieser Anordnung verschwindet der Uebergangswiderstand für das zwischen den Schliffflächen liegende Röhrenstück, da dasselbe nicht mehr als eine an den Enden sich plötzlich erweiternde Röhre, sondern als Abschnitt eines fast regelmässigen Zylinders auftritt. Indem man ausserdem auch Messungen in der gewöhnlichen Anordnung ausführte, konnte man die Grösse des bisher nur durch die Theorie ziemlich mangelhaft bestimmbaren Uebergangswiderstandes zwischen dem engen Ende der Röhre und der Erweiterung des Endgefässes messen.

Als Kopien dieser Widerstände sind eine grössere Anzahl U förmig gebogener Quecksilberwiderstände hergestellt worden, die im Vakuum gefüllt und durch Zuschmelzen hermetisch geschlossen wurden. Auch diese Widerstände besitzen dünne Zuleitungsdrähte (eingeschmolzene Platindrähte); ihr Widerstand zählt vom Innern des Quecksilbers aus. Sie sind bei Null Grad an die zylindrischen Normalrohre durch wiederholte Messungen angeschlossen und sollen immer bei dieser Temperatur gebraucht werden. Ferner sind noch Drahtnormale aus Manganin an die Normale angeschlossen, die wegen ihrer sehr geringen Aenderung mit der Temperatur für den Gebrauch ausserhalb des Eisbades sehr bequem sind.

Temperatur-Koeffizient des Quecksilbers.

Mit Hilfe einiger Quecksilber-Kopien wurde die Widerstandsänderung des Quecksilbers mit der Temperatur bis ca. 30° bestimmt, die bei vielen älteren Ohm-Konstruktionen eine grosse Rolle spielt.

Während die bisherigen Bestimmungen dieser Grösse von einander stark abweichen, stellte sich jetzt eine erfreuliche Uebereinstimmung mit dem kürzlich im Bureau international zu Paris für dieselbe Grösse erhaltenen Werthe heraus. Diese Uebereinstimmung darf zum grossen Theil der an beiden Anstalten auf die Temperatur-Messungen gelegten Sorgfalt zugeschrieben werden.[1])

Absolute Strommessung.

Für die absolute Messung der Stromstärke und die Bestimmung des Silberäquivalents, dessen Werth später in der Praxis als Einheit der Stromstärke gelten soll, ist in der Werkstatt der Reichsanstalt das schon in dem Berichte vom 13. Dezember 1890 Seite 8 erwähnte, bisher nur im Modell vorhandene Elektrodynamometer endgültig ausgeführt worden. Die bisher angestellten Prüfungen des Instruments zeigen, dass es hinreichende Empfindlichkeit auch für absolute Messungen hat. Diese selbst aber konnten bisher noch nicht begonnen werden, weil die beiden damit beauftragten Beobachter durch die Widerstandsbestimmungen festgehalten wurden.

Magnetische Untersuchungen.

Die magnetischen Untersuchungen bezweckten die Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von verschiedenen oder verschieden behandelten Stahl- und Eisensorten. Dieselben ergaben, dass der Magnetismus von härteren Stahlstäben in hohem Grade von der Härtungstemperatur abhängt. Namentlich ist dies bei denjenigen Stahlsorten der Fall, welche einen verhältnissmässig hohen Kohlenstoff- und Wolframgehalt besitzen und deshalb für die Herstellung von permanenten Magneten besonders in Betracht kommen. Selbst der beste Magnetstahl verliert, wenn er bei zu hoher Temperatur gehärtet wird, bedeutend an Aufnahmefähigkeit für den induzirten und remanenten Magnetismus. Dagegen erleidet die Koerzitivkraft der Magnete keinen Abbruch, wenn dieselben bei derjenigen Temperatur gehärtet werden, bei welcher sie das Maximum an Magnetismus aufnehmen können. Dies Resultat ist für die Herstellung von Stahlmagneten von grosser Bedeutung.

Ferner wurden eine Reihe von Eisenlegirungen auf ihre magnetischen Eigenschaften untersucht. Namentlich zeigen verschiedene Sorten von Eisennickel in dieser Hinsicht ein merkwürdiges Verhalten. Sie lassen sich durch Erhitzen oder Abkühlen in zwei verschiedene Zustände überführen: in dem einen sind sie fast ganz unmagnetisch, während sie in dem anderen Zustande einen starken Magnetismus annehmen.

Schliesslich ist eine Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der magnetischen Induktion im Eisen vorbereitet worden. Ein dafür bestimmter Apparat, ein Fallpendel, das zur Messung sehr kleiner Zeiträume dient, wurde aufgestellt und schon in Gebrauch genommen.

Ueber diese Untersuchungen ist veröffentlicht:

L. Holborn, *Ueber das Härten von Stahlmagneten. Zeitschr. f. Instr. 1891. S. 113.*

---

[1]) Diese Versuche sind veröffentlicht: W. Jäger. *Notiz über die Reinigung des Quecksilbers. Zeitschr. f. Instr. 1892. S. 354.* — D. Kreichgauer und W. Jäger. *Ueber den Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes von Quecksilberwiderständen der Reichsanstalt. Wied. Ann.* **47.** *S. 513. (1892.)*

Optische Untersuchungen.

Die optischen Arbeiten der beiden Abtheilungen werden seit dem Anfang des Jahres 1891 in enger Verbindung mit einander in den Räumen des Observatoriums der ersten Abtheilung ausgeführt. Der beiden gemeinsame Gegenstand bezog sich auf photometrische Arbeiten und im Anschluss daran auf Untersuchungen über Lichtmaasse und Lichteinheiten. In der Denkschrift von 1890 ist berichtet worden, dass es gelang, auf dem von Physikern bisher wenig behandelten Gebiete der Lichtmessung mancherlei Fortschritte zu erzielen. Dieselben bestanden hauptsächlich in der Konstruktion eines Photometers, welches die früheren um das Achtfache an Genauigkeit übertrifft, in der Herstellung einer brauchbaren Photometerbank und in der Konstatirung der Thatsache, dass genau regulirte elektrische Glühlampen ausserordentlich konstante Vergleichslichtquellen sind. Nach diesen unumgänglichen Vorarbeiten war es die Aufgabe der zweiten Abtheilung, den Wünschen der Gasbeleuchtungstechnik nachzukommen, die Kerze mit der Hefnerlampe zu vergleichen und die technischen Lichtmaasse auf deren Brauchbarkeit zu untersuchen, behufs Uebernahme einer amtlichen Beglaubigung derselben. — (Hierüber siehe den Bericht über die optischen Arbeiten der zweiten Abtheilung.) — Die Beglaubigung eines Lichtmaasses setzt jedoch voraus, dass man dasselbe an eine absolute Lichteinheit anzuschliessen vermag. Eine solche ausfindig zu machen bezw. die schon vorangegangenen Lichteinheiten auf ihren Werth zu prüfen, bildete die wichtigste und schwierigste Aufgabe der optischen Arbeiten der ersten Abtheilung.

Herstellung einer absoluten Lichteinheit.

Schon in der vorigen Denkschrift sind die Erfahrungen niedergelegt worden, welche in der Reichsanstalt betreffs der von Violle und Siemens vorgeschlagenen Lichteinheiten gesammelt worden sind. Es sei wiederholt, dass nach Violle als Lichteinheit diejenige Lichtmenge gilt, welche von 1 *qcm* der Oberfläche geschmolzenen Platins im Momente des Erstarrens senkrecht ausgestrahlt wird. Nach Siemens soll statt des erstarrenden Platins zur leichteren praktischen Verwirklichung Platinblech im Moment des Schmelzens strahlen. So lange es indessen nicht gelingt, grosse Platinbarren in Kalktiegeln elektrisch zu schmelzen, wodurch vielleicht jegliche Verunreinigung des absolut rein zu haltenden Platins vermieden und in günstigen Fällen wirklich eine glatte und saubere Oberfläche erhalten werden kann, scheint auch die Violle'sche Lichteinheit ein Vorschlag ohne praktischen Nutzen zu bleiben.

Was die Siemens'sche Einheit betrifft, so haben 500 und mehr Schmelzungen bei Beachtung der grössten Vorsichtsmaassregeln Resultate ergeben, deren Abweichungen oft 10% und mehr betrugen. Es ergiebt sich, dass dünn gewalzte Platinbleche beim elektrischen Glühen oft zerreissen, lange bevor die ganze strahlende Fläche den Schmelzpunkt erreicht hat; dies geschieht nämlich, sobald die Stelle des kleinsten Querschnitts die Schmelztemperatur erreicht hat. Ein kleiner Riss oder ein Loch kann dies bewirken. Man ist also immer der Gefahr zu frühen Zerreissens ausgesetzt, welches mehr oder weniger dem Zufall überlassen ist. Je besser die Bleche gewalzt sind, das heisst je gleichmässiger deren Dicke an den verschiedenen Stellen ist, um so näher liegt die Zerreisstemperatur am Schmelzpunkt. Zu dem gleichen Ergebniss wirken auch die Gesetze der Wärmeleitung in der Platte mit; thatsächlich ergeben dicke Bleche um 10% höhere Leuchtwerthe als dünne Bleche.

Die mit dicken Blechen im luftleeren Raum fortzusetzenden Versuche lassen die Hoffnung bestehen, die Siemens'sche Einheit doch noch der Photometrie dienstbar zu machen. Jedenfalls lehrten die Versuche einerseits, dass Platin als strahlende Oberfläche beizubehalten sei, da sich gezeigt hatte, dass selbst eine rauhe Oberfläche desselben in der Weissgluth blank wird. Es reinigt sich somit Platinblech gleichsam von selbst. Andererseits aber erscheinen als Temperaturfixpunkte weder der Schmelz- noch der Erstarrungspunkt des Platins ohne besondere Bestimmung der Nebenumstände brauchbar, so dass nach neuen Methoden gesucht werden musste, die Temperatur eines glühenden Platinblechs festzuhalten. Bei glühenden absolut reinen Platinblechen konnte man also vermuthen, stets eine gleich grosse Lichtausstrahlung zu erhalten, wenn man nur stets

dieselbe Temperatur und zwar längs der ganzen strahlenden Oberfläche herstellte. Es wurden zu diesem Zwecke drei Methoden versucht.

Neue Methoden zur Gewinnung einer absoluten Lichteinheit: 1. Auf thermoelektrischem Wege.

Die erste Idee war, die elektromotorische Kraft zu messen zwischen einer glühenden Platinplatte und einem Platinrhodiumdraht — (siehe oben die pyrometrischen Messungen) — und die Temperatur stets soweit zu steigern, dass man eine gewisse elektromotorische Kraft erhält. Letztere wurde bezogen auf die elektromotorische Kraft eines Clark'schen Elementes, dessen Konstanz durch frühere Versuche genügend erwiesen ist. Bei diesen Versuchen muss die Platinplatte durch ein Gebläse glühend gemacht werden, weil ein elektrisches Glühen die Messung der thermoelektrischen Wirkung stören würde.

Indessen ist es bisher noch nicht gelungen, durch ein Gebläse eine für diese Zwecke genügend konstante Temperatur zu erhalten, trotz mannigfacher Abänderungen des Verfahrens.

2. Mit Hilfe des Spektralphotometers.

Um auf einem zweiten Wege die Temperatur zu fixiren, bediente man sich eines neu hergestellten Spektralphotometers — (siehe die Denkschrift von 1890) — welches viel genauer als die bisherigen die verschiedenfarbigen Lichtgattungen einer Lichtquelle zu messen erlaubt. Ein leuchtender Körper, z. B. die Sonne, sendet rothe, gelbe, grüne, blaue etc. Strahlen aus, welche man durch prismatische Zerlegung des weissen Lichtes einzeln ausscheiden kann. Mit der Aenderung der Temperatur der Lichtquelle ändert sich aber auch das Verhältniss der verschiedenfarbigen Lichtantheile unter einander. Je höher die Temperatur ansteigt, um so stärker wird „Blau" im Vergleich zu „Roth". Man kann also die Temperatur dadurch fixiren, dass man festsetzt, es soll „Blau" zu „Roth" in einem bestimmten Verhältniss stehen. Diese Versuche sind erst seit Kurzem im Gange; um sie zu beginnen, war erst noch eine verbesserte Konstruktion des Spektralphotometers nothwendig.

3. Vermittels des Flächen-Bolometers.

Eine dritte Methode, die Temperatur glühender Körper festzuhalten, lässt, nach den vorläufigen Resultaten zu urtheilen, besseren Erfolg hoffen. Bei ihr misst man die Strahlung einer Lichtquelle mittels des Bolometers, und zwar einmal, indem man die Lichtquelle direkt auf das Bolometer strahlen lässt, das andere Mal, indem man zwischen Lichtquelle und Bolometer ein Absorptionsgefäss mit destillirtem Wasser einschiebt. Letzteres nimmt die meisten sogenannten dunklen Wärmestrahlen fort und lässt fast nur die sichtbaren Strahlen auf das Bolometer gelangen. Da sich nun das Verhältniss dieser beiden Strahlungen (Gesammt- und Theilstrahlung) mit der Temperatur ändert, so kann man erwarten, dass bei demselben Verhältniss auch stets dieselbe Temperatur herrscht. Diese Vermuthung hat sich bei elektrisch glühendem Platinblech bestätigt. Es ergab sich, dass bei verschieden dicken Platinblechen und bei Platin verschiedener Sendung für dasselbe Strahlungsverhältniss auch die Leuchtkraft, welche durch Vergleichung mit einer Glühlampe bestimmt wurde, durch welche ein bekannter konstant gehaltener Strom ging, innerhalb zweier Prozent die nämliche war.

Zur Ausführung dieser schwierigen Versuche bedurfte man vor Allem eines Bolometers von grosser Empfindlichkeit und Konstanz. Denn da die Theilstrahlung nur etwa den zehnten Theil der Gesammtstrahlung beträgt, so gehen die bei Messung derselben begangenen Fehler mit hohem Betrage in das Endresultat ein. Ein solches Bolometer musste aber erst hergestellt werden. Es sei hier nur erwähnt, dass folgende neue Idee der Herstellung dünnster Bleche zum Ziele führte. Man schweisst ein Platinblech auf ein zehnmal so dickes Silberblech und walzt das so erhaltene Platinsilberblech zwischen Kupfer bis zu einer Dicke von weniger als $^1/_{100}$ *mm* aus. Die so erhaltenen Platinsilberbleche werden auf der Theilmaschine in geeigneter Form ausgeschnitten, so zwar, dass man auf möglichst kleinem Raume einen langen zusammenhängenden Streifen von 1 *mm* Breite erhält. Vier solcher Streifen gehören zu einem Bolometer. Jeder der Streifen wird auf einem Rahmen montirt und jetzt vom Silber durch Abätzen mittels Säure befreit. Man erhält hierdurch Streifen aus Platin von der Dicke $^1/_{1000}$ *mm* und darunter. Erst bei $^1/_{3000}$ *mm* Dicke treten im Platin kleine störende Löcher auf. Durch diese

Aetzmethode wurde die Herstellung von Bolometern ermöglicht, welche an Empfindlichkeit und Konstanz die früheren nicht nur weit übertreffen, sondern allen theoretischen Anforderungen genügen, welche man an ein Idealbolometer stellen kann. Die Versuche mussten am Abend angestellt werden, da die am Tage stets vorhandenen Störungen zu stark auf das zu den Messungen benutzte Galvanometer wirkten.

Um die so erhaltene Lichteinheit absolut definiren zu können, sind auch schon Versuche angestellt worden über die Absorption von Wärmestrahlen durch Quarzplatten. Es soll nämlich das Absorptionsgefäss aus Quarzplatten zusammengesetzt werden, deren Dicke genau bestimmt ist. Auch muss genau untersucht werden, wie die Absorption von der Dicke der Wasserschicht abhängt. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Abhängigkeit dieser neuen Lichteinheit von der Reinheit des Platins, von der Zeitdauer des Glühens, von der Art des Glühzustandes und anderen Faktoren. Diese Fragen werden erst beantwortet werden müssen, ehe ein endgiltiges Urtheil über den Werth der beschriebenen Lichteinheit gefällt werden kann.

Gleichzeitig mit diesen Versuchen gehen andere Hand in Hand, welche die absolute Messung einer Strahlung bezwecken; eine Aufgabe, die für die Meteorologie wie für die Kosmologie eine hervorragende Wichtigkeit hat. Die durch eine Strahlung hervorgerufene und galvanometrisch gemessene Temperaturerhöhung des Bolometers kann nämlich auch durch einen elektrischen Strom erzeugt werden. Man kann demnach eine Strahlung vergleichen mit einem elektrischen Strom. Die den Strom bestimmenden Grössen sind aber absolut zu messen, also wird man auch im Stande sein, eine Strahlung in absolutem Maasse auszudrücken.

Untersuchungen über die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch Quarzplatten.

An die zweite Abtheilung der Reichsanstalt war die Aufforderung ergangen, die in der Zuckerindustrie und beim Zollwesen so wichtigen Polarisationsinstrumente einer Prüfung und Beglaubigung zu unterziehen — (siehe den Bericht über die optischen Arbeiten der zweiten Abtheilung) —. Um dieser Aufgabe zu entsprechen, mussten aber vorher erst die Grundlagen für eine Beglaubigung geschaffen werden; dahin gehört vor Allem die Beschaffung und Prüfung eines Normals, in diesem speziellen Falle einer normal drehenden Quarzplatte, mit deren Angaben diejenigen der Polarisationsinstrumente verglichen werden können. Diese Aufgabe fiel der ersten Abtheilung zu.

Es wurden daher seit Fertigstellung des Observatoriums sofort die Vorarbeiten in Angriff genommen, um die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch den Quarz nach allen Richtungen hin zu studiren.

Da die käuflichen Quarzplatten, wie sie bei den im Handel vorkommenden Polarisationsapparaten gebraucht werden, weiter gehenden Anforderungen an Planparallelität und Reinheit sehr wenig genügten, so wurde durch die Firma Franz Schmidt & Haensch in Berlin eine grosse Anzahl verschieden dicker, möglichst reiner, genau planparalleler und senkrecht zur Krystallaxe geschliffener Quarzplatten hergestellt und auf ihre Güte hin eingehend untersucht. Ein hinreichend genaues Verfahren, die Richtung der krystallographischen Hauptaxe zu bestimmen, existirte bis jetzt noch nicht, es musste also zunächst ein solches ermittelt werden. Die hierauf bezüglichen Versuche haben zu befriedigenden Resultaten geführt; das Verfahren wird demnächst gleichzeitig mit den Ergebnissen der ganzen Arbeit veröffentlicht werden. Da sich die Messungen der Drehung zunächst auf Natriumlicht beziehen sollten, musste für die Herstellung eines möglichst intensiven und dabei sehr reinen Natriumlichtes Sorge getragen werden. Die zahlreichen, nach dieser Richtung angestellten Vorversuche liessen die Einführung von Stiften aus geschmolzener Soda in das Linnemann'sche Knallgasgebläse, sowie die nachherige prismatische Zerlegung des entstehenden sehr hellen Lichtes am geeignetsten erscheinen. Es besteht die Absicht, die Drehung später auch noch für andere Lichtarten genau zu bestimmen; für Natriumlicht sind die Messungen bereits im Gange und dürften in Kürze abgeschlossen werden.

Im Anschluss an diese Versuche wurde die Frage studirt, ob sich die mannigfachen Mängel selbst der besten Polarisationsapparate nicht vermeiden liessen.

Herstellung eines neuen Halbschattenpolarimeters.

Die mit dem oben erwähnten Spektralphotometer gemachten Erfahrungen liessen den hauptsächlichsten Grund für die Ungenauigkeit der Halbschattenapparate in deren mangelhaften photometrischen Einrichtung erblicken. Diese Vermuthung hat sich bestätigt; gleichzeitig war man im Stande, das Spektralphotometer selbst durch einige Abänderungen in der Beobachtungsmethode versuchsweise umzuwandeln in einen Polarisationsapparat, welcher an Genauigkeit und Bequemlichkeit die früheren weit übertrifft. Nach Fertigstellung eines auf diesen Erfahrungen beruhenden und auch für die Technik geeigneten Apparates sollen an ihm die endgiltigen Versuche mit den Normalquarzplatten ausgeführt werden.

II. Thätigkeit der zweiten Abtheilung.

Die Arbeiten der zweiten Abtheilung sind auf derselben Grundlage, wie sie in der Denkschrift vom 13. Dezember 1890 dargelegt worden sind, weitergeführt worden, haben aber nicht unwesentlich an Umfang zugenommen und nach mehreren Richtungen hin auch Erweiterungen erfahren. Im Folgenden soll zur leichteren Orientirung die in der erwähnten Denkschrift bereits eingeführte Gliederung in sechs Gruppen wieder festgehalten werden, nämlich:

1. in solche, welche sich auf Messung von Wärme und Druck beziehen,
2. in elektrische,
3. in optische,
4. in präzisionsmechanische Untersuchungen, an welche sich technische Prüfungen von Materialien der Feintechnik, sowie von Stimmgabeln und Konstruktionstheilen anschliessen,
5. in Arbeiten der mechanischen Werkstatt und
6. des chemischen Laboratoriums.

Arbeiten auf dem Gebiete der Wärme und des Druckes. Thermometrische Arbeiten. Prüfungsanstalt in Ilmenau.

Die Zahl der geprüften ärztlichen Thermometer betrug in den letzten zwei Jahren weit über 19000, also jährlich nahezu 10000, während in dem ersten Jahre nach der Gründung der Ilmenauer Prüfungsanstalt bei der Reichsanstalt nur etwa 6500 beglaubigt worden sind.

Die Thätigkeit der Grossherzoglich Sächsischen Prüfungsanstalt für Thermometer zu Ilmenau hat sich in der Zwischenzeit ganz bedeutend gesteigert und bereits einen fördernden Einfluss auf die Verbesserung der besonders im Thüringer Walde heimischen Fabrikation von Thermometern ausgeübt. In den letzten zwei Jahren sind dort etwa 50000 Thermometer beglaubigt worden, wobei die Reichsanstalt durch jährlich zweimalige umfassende Kontrolen mitgewirkt hat.

An der Einrichtung und Ausstattung dieser Ilmenauer Anstalt, Feststellung ihrer Prüfungsordnungen, Verhandlungen mit den Fabrikanten zur Einführung besserer Glassorten hat sich der bisherige Direktor der zweiten Abtheilung Dr. Loewenherz sehr lebhaft und mit grossem Erfolge betheiligt. Er hat selbst jährlich an einer der Inspektionen Theil genommen, um namentlich dafür zu wirken, dass der urspünglich von der Grossherzoglichen Regierung ausgegangene Plan, eine Glasbläserschule in Ilmenau zu errichten, zur Durchführung käme, um die Arbeiter geschickter und selbständiger zu machen, so dass sie besser befähigt würden, der anwachsenden Konkurrenz zu widerstehen und auch freier in ihrer eigenen Lebensführung.

Für jetzt hat offenbar die Ausstattung der Thermometer mit zuverlässigen Prüfungsscheinen einen grossen Aufschwung der Thermometerfabrikation hervorgebracht, wie die obigen Zahlen erkennen lassen. Es haben für die Anstalt in Ilmenau Prüfungsscheine in englischer, französischer, spanischer und portugisischer Sprache hergestellt werden müssen. Aber es ist auch schon die Aufmerksamkeit anderer Nationen auf diesen Erfolg erweckt worden. Jedoch wird der gewonnene Vortheil nur dann behauptet werden können, wenn die Thüringische Fabrikation alle erreichbaren Verbesserungen sich anzueignen sucht.

Thermometer für wissenschaftliche und technische Zwecke.

Auch die Zahl der der Reichsanstalt zur Beglaubigung zugegangenen Thermometer für wissenschaftliche und technische Zwecke hat merklich zugenommen. Während in früheren Jahren durchschnittlich jährlich nur etwa 650 derartige Thermometer eingeliefert wurden, sind im Laufe der letzten zwei Jahre fast 1900 solcher Instrumente geprüft worden. Darunter befanden sich etwa 600 Thermometer für chemische Zwecke und eine erhebliche Anzahl sogenannter Siedethermometer (Hypsometer-Thermometer), deren Benutzung zu Höhenmessungen und zur Kontrole der Aneroidbarometer in Folge der Verwendung des Jenaer Thermometerglases XVI^{III} immer allgemeiner wird. Ferner wirkte die Reichsanstalt bei Beschaffung und zweckentsprechender Verwendung von Thermometern für bestimmte militär-technische Zwecke mit und wurde wiederholt bei der Ausrüstung von Forschungsreisenden in tropische und arktische Gegenden mit geeigneten, geprüften Thermometern in Anspruch genommen.

Neue Thermometergläser.

Das Jenaer Glastechnische Laboratorium hat nicht unterlassen, der Verbesserung des Thermometerglases fortgesetzt seine Aufmerksamkeit zuzuwenden und in neuerer Zeit noch zwei Glasarten (Nr. 59^{III} und 122^{III}) komponirt, welche den höchsten Anforderungen, die an solche Gläser zu stellen sind, genügen. Beide Glassorten sind von grosser Härte und eignen sich daher vorzüglich zur Herstellung hochgradiger Thermometer, aber auch sonst sind ihre Eigenschaften von grosser Wichtigkeit für die feinere Thermometerfabrikation. Man kann nämlich aus der einen dieser Glassorten (59^{III}) Thermometer mit ganz gleichmässiger Eintheilung herstellen, die fast genau mit dem Luftthermometer übereinstimmen, aus der andern dagegen solche, deren Angaben fast ganz frei von der nach vorheriger Erwärmung eintretenden Veränderung des Eispunktes sind.

Quecksilberthermometer für Temperaturen bis 550 Grad.

Gestattet schon das Glas XVI^{III} die Verwendung der Quecksilberthermometer bis 450 Grad, so ist es jetzt mit Hilfe der Glassorte 59^{III} gelungen, Thermometer herzustellen, welche zu genauen Temperaturmessungen bis 550 Grad brauchbar sind. Nach dem Vorgange des Herrn Dr. O. Schott wurde am obern Ende der Kapillare eine grössere Erweiterung angebracht und diese mit einem bis auf 20 Atmosphären komprimirten Gase gefüllt, welches das Sieden des Quecksilbers unterhalb der angegebenen Temperatur verhindert. Durch Benutzung der käuflichen flüssigen Kohlensäure war es möglich, eine einfache Vorrichtung zu treffen, mittels welcher die Herstellung solcher hochgradigen Thermometer im grossen Maassstabe leicht zu bewerkstelligen ist.

Ein weiterer Fortschritt in der Herstellung hochgradiger Thermometer wurde durch Einbrennen einer Porzellanfarbe auf der Skale nach dem Niehls'schen Verfahren erzielt, wodurch dem Uebelstande, dass die in bisheriger Weise hergestellten Striche und Zahlen der Skale bald nach dem Gebrauch der Thermometer undeutlich oder ganz unsichtbar werden, in wirksamer Weise abgeholfen worden ist. Es ist dies für eine grosse Menge chemischer und technischer Arbeiten, welche bei beginnendem Rothglühen vorgenommen werden müssen und dabei sorgfältige Einhaltung einer bestimmten Temperatur erfordern, ein ungemein wichtiger Fortschritt, von dem wohl grosse Erfolge in nächster Zukunft zu erwarten sind.

Härteskale für Glas.

Noch zu einem weiteren Fortschritte gab das Studium der verschiedenen Glassorten Anlass, nämlich zur Aufstellung einer Härteskale für Glas, wonach der Grad der Härte, das heisst der Schmelzbarkeit eines Glases vor der Lampe, zahlenmässig bestimmt werden kann. Die Skale, welche unter Mitwirkung der Reichsanstalt von Herrn W. Niehls aufgestellt worden war, wurde auf dem zweiten Glasbläsertage, der im September v. J. in Ilmenau stattfand, begutachtet und zur allgemeinen Annahme empfohlen. Hierdurch ist dem Handel mit Glas, welches zur Bearbeitung vor der Lampe dient, eine neue sichere Grundlage gegeben.

Prüfung von Pyrometern.

Die oben erwähnten pyrometrischen Arbeiten der ersten Abtheilung werden es möglich machen, Temperaturmessungen mit nicht allzu komplizirten Apparaten auch über das Intervall von 550 bis 1400 Grad auszudehnen; es wird auch möglich sein, in vielen Fällen die Apparate noch wesentlich zu vereinfachen, wenn nicht die volle Genauigkeit

der Messung nöthig ist, oder die Art ihrer Anwendung sich auf bestimmte Lokalitäten und Temperaturen bezieht. Vorarbeiten dazu, namentlich Bestimmungen über die Ausdehnung des Porzellans, sind schon in Angriff genommen worden. Auch liegt schon der Antrag einer thüringer Glashütte vor, welche in ihren Schmelz- und Kühlöfen pyrometrische Messungen ausführen zu können wünscht.

Prüfung von Barometern.

Die Prüfung der Barometer erstreckte sich auf 37 Stück, von denen der grössere Theil Aneroidbarometer waren. Die Prüfung der letzteren ist dahin vervollkommnet worden, dass die Abhängigkeit des Temperatur-Koeffizienten von der Höhe des Druckes und von der Höhe der Temperatur eingehend untersucht wurde. Die Prüfung kleiner, sogenannter Reisebarometer französischen und englischen Ursprungs mit äusserem Durchmesser von 50 *mm* ergab, dass der Gebrauch dieser Instrumente zu Reisezwecken sich wenig empfiehlt; sie zeigten erhebliche Standkorrektionen und grosse Nachwirkungen. Der Temperaturkoeffizient stieg bis zu 0,3 *mm* und war bei den englischen Instrumenten auch mit dem Druck stark veränderlich.

Die Prüfung der Aneroide erfolgte in vielen Fällen in einer dem praktischen Gebrauche sich möglichst eng anschliessenden Weise, wobei dem Wechsel des Druckes beim Auf- und Absteigen verschiedener Berggipfel durch wiederholte Prüfungen bei langsamer oder schneller ab- und zunehmendem Drucke Rechnung getragen wurde.

Um die Einheitlichkeit der barometrischen Angaben verschiedener Institute zu sichern, wurden mehrfach Vergleichungen der diesseitigen Normal-Quecksilberbarometer mit den Normalbarometern anderer wissenschaftlicher Behörden ausgeführt.

Prüfung von Manometern.

Das im vorigen Bericht bereits kurz erwähnte Normal-Quecksilbermanometer, dessen Ausführung auf viele experimentelle Schwierigkeiten stiess, funktionirt endlich in wünschenswerther Weise, auch bei den höchsten darin zu erreichenden Drucken. Das Prinzip des Apparats besteht darin, dass der zu messende Druck in mehrere Theildrucke zerlegt und jeder derselben durch ein kürzeres Manometer gemessen wird. Zehn solcher Manometer von je 2 *m* Länge sind mit einander verbunden und gestatten die Messung von Drucken bis nahezu 25 *kg* auf 1 *qcm* mit einer Genauigkeit von 0,02 *kg* auszuführen. Die Röhren bestehen aus dem gegen Druck, Temperatur und Ritzungen besonders widerstandsfähigen Verbundglase und sind am oberen Ende mit federnden Metallröhren versehen, um die bei Temperaturveränderungen auftretenden Spannungen zu vermeiden.

Die meisten der bedeutenderen Manometerfabrikanten Deutschlands haben ihre Arbeitsnormale bei der Reichsanstalt prüfen lassen und sind dadurch in die Lage versetzt worden, fortab Manometer von grosser Genauigkeit anzufertigen. Wie nothwendig eine derartige einheitliche, auf wissenschaftlicher Grundlage beruhende Prüfung war, geht daraus hervor, dass die Angabe der Arbeitsnormale der verschiedenen Fabrikanten oft um 0,5 *kg* und in einzelnen Fällen sogar um mehr als 1 *kg* von einander abwichen. Fortab wird es sich darum handeln, die Arbeitsnormale der Fabrikanten in gewissen Zeitabschnitten zu kontroliren und die Prüfung solcher Federmanometer auszuführen, die zur Kontrole für Dampfkesselrevisionen benutzt werden.

Prüfung von Petroleumprobern.

In den letzten zwei Jahren sind 170 und seit Begründung der Reichsanstalt etwa 500 Prober oder einzelne Theile derselben beglaubigt worden. Ferner gelangten 41 Zähigkeitsmesser für Mineralöle zur Prüfung.

Auf Wunsch des Testbüreaus in Bremerhaven wurden auch Versuche angestellt über den Ersatz der mit Petroleum gespeisten Zündlämpchen durch Gaszünder. Letztere sind leichter zu handhaben und liefern gleichmässigere Ergebnisse als die gwöhnlichen Zündlampen, bei denen der Docht eine fortgesetzte Regulirung erfordert. Zur Sicherung des durch die Beglaubigungsvorschriften festgelegten Entflammungspunktes fanden fortlaufende Vergleichungen der Gebrauchsnormale der Petroleumprober mit den Hauptnormalen statt, auch wurde als Kopie des Urnormals ein besonders sorgfältig gearbeiteter Petroleumprober beschafft.

Um jedoch für die Normalprober jederzeit auch eine von der wechselnden Be-

schaffenheit des Petroleums unabhängige Kontrole der Prober zu ermöglichen, wurden noch die Entflammungspunkte mehrerer Flüssigkeiten von bestimmter chemischer Zusammensetzung untersucht. Propylalkohol und Isobutylacetat haben sich bisher als die für diesen Zweck geeignetsten Stoffe erwiesen.

Untersuchung von Petroleum.

Mehrfach wurden endgiltige Gutachten der Reichsanstalt über den Entflammungspunkt und den Gehalt an schwer siedenden Bestandtheilen für verschiedene Petroleumsorten erbeten. Neuerdings hat die seit einiger Zeit sich geltend machende Verschlechterung des in den Verkehr gelangenden Petroleums Veranlassung zu Anträgen auf vergleichende Feststellung der Leuchtkraft und anderer physikalischer Eigenschaften von verschiedenen Petroleumsorten gegeben. Ausser etwa einem Dutzend Sorten amerikanischen Oels wurde auch das kaukasische Oel in den Kreis der Untersuchung gezogen und die Ergebnisse den Betheiligten in Form von Gutachten unterbreitet.

Prüfung von Schmelzringen.

Die Beglaubigung der Schmelztemperatur von Legirungsringen für Schwartzkopff'sche Dampfkessel-Sicherheitsapparate wurde in früherer Weise fortgesetzt; im Laufe der letzten zwei Jahre gelangten etwa 9700 derartige Ringe zur Prüfung, während die Gesammtzahl der von der Reichsanstalt beglaubigten Legirungsringe rund 25 000 beträgt. Die Schmelzpunkte der Ringe lagen zwischen 96 und 220 Grad. Die Prüfung einzelner mehrere Jahre im Betriebe gewesener Ringe hat die Unveränderlichkeit wenigstens der mittleren Schmelztemperatur derselben gezeigt, wenn auch zuweilen durch Saigerung in der erhitzten Legirung kleine Unterschiede zwischen den oberen und unteren Schichten des Ringes eintraten.

Verschiedene Arbeiten.

Von anderweitigen Arbeiten dieser Arbeitsgruppe sind noch die folgenden zu erwähnen:

Thermometerflüssigkeit.

Die Klagen der Thermometerfabrikanten über die ungenügende Haltbarkeit der zu Weingeistthermometern verwendeten gefärbten Flüssigkeiten gab Veranlassung, in Verbindung mit dem chemischen Laboratorium eine eingehende Untersuchung über diesen Gegenstand einzuleiten, deren bisherige Ergebnisste eine baldige Lösung der Frage erhoffen lassen.

Spezifische Wärme von Mauerwerk.

Auf Antrag der Königlichen Versuchsstation für Heizung und Lüftung wurden ausgedehnte Untersuchungen über die spezifische Wärme verschiedener Sorten Mauersteine und Mörtel angestellt. Die Kenntniss dieser Werthe, welche bisher mangelte, ist für die Heiztechnik sowohl nach theoretischer wie praktischer Richtung von Wichtigkeit, da von der Grösse der spezifischen Wärme das Eindringen der Wärme in Mauerwerk abhängig ist.

Besondere Schwierigkeiten entstanden dadurch, dass die Untersuchungen auch auf Temperaturen unter Null Grad ausgedehnt werden mussten und dabei grössere Stücke der Materialien zur Verwendung gelangten.

Verbundglas.

Ferner wurden auf Wunsch des Glastechnischen Laboratoriums zu Jena Prüfungen der Verbundglasröhren hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit gegen schroffen Temperaturwechsel und gegen Ritzungen ausgeführt. Das Verbundglas, eine neue Erfindung des Glastechnischen Laboratorius, besteht aus zwei übereinander gelagerten Schichten von Gläsern mit verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten. Beide Schichten sind so zu einem einzigen Rohr verbunden, dass das Glas mit der kleineren Ausdehnung die innere und dasjenige mit der grösseren die äussere Wandung des Rohres bildet.

Durch eine derartige Verbindung wird das Auftreten von Spannungen bei Zustandsänderungen des Glases zum grössten Theile verhindert. Bei den diesseits angestellten Versuchen konnte man Rohre, welche im Innern durch Dämpfe von siedendem Methylbenzoat auf 200 Grad erhitzt waren, mit kaltem Wasser von Null Grad tropfenweise bespritzen, ohne das sie sprangen. Auch ein vorgängiges Ritzen des Glases mit dem Diamanten hatte kein Springen zur Folge. Ebenso erwiesen sich Röhren aus Verbundglas widerstandsfähiger gegen inneren Druck, als solche aus anderem Glase. In Folge dieser günstigen Eigenschaften findet das Verbundglas neuerdings eine ausgebreitete Verwendung zu Wasserstandsrohren an Dampfkesseln.

Elektrische Arbeiten. Prüfung elektrischer Messgeräthe: Stromstärke und Spannung. Normalelemente.

Sämmtliche Messungen der Stärke und Spannung elektrischer Ströme werden in der Reichsanstalt auf die elektromotorische Kraft von Clark'schen Normalelementen zurückgeführt. Es wurde daher grosses Gewicht auf die genaue Feststellung der Eigenschaften dieser Elemente gelegt.

Durch eine grosse Anzahl von Messungen ist die elektromotorische Kraft der Clark'schen Elemente durch Vergleichung mit der Spannung ermittelt, welche ein Strom von voltametrisch gemessener Stärke in einem Widerstande von bekanntem Betrage erfährt. Die häufige Wiederholung der Messungen giebt die Gewissheit, dass der gefundene Betrag auf 0,001 richtig ist.

Weitere Untersuchungen wurden über die Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft dieser Normalelemente mit der Temperatur und über den Einfluss der in den verwendeten Chemikalien enthaltenen Verunreinigungen angestellt. Den hierbei gesammelten Erfahrungen ist es zu verdanken, dass die jetzt hier hergestellten Elemente eine weit grössere Uebereinstimmung in ihren Eigenschaften als früher zeigen. Die bei der Herstellung zu beobachtenden Regeln sind durch Veröffentlichung allgemein zugänglich gemacht und, während bei dem hohen Interesse, das die Technik an dem Besitze richtiger Normale hat, diese Elemente bisher in der Reichsanstalt zusammengesetzt wurden, konnte die Herstellung neuerdings nach Klarstellung aller fraglichen Punkte an die Privatwerkstätten übertragen werden. In den letzten beiden Jahren wurden hier 66 solcher Elemente hergestellt und nach vollzogener Beglaubigung in den Verkehr gebracht. Eine noch grössere Anzahl ist für eigene Zwecke der Reichsanstalt angefertigt. An ihnen wurden die obigen Untersuchungen ausgeführt. Dieselben dienen jetzt als Normale für die Spannung und befinden sich unter ständiger Kontrole.

Im Anschluss an diese Untersuchungen fanden bei Gelegenheit der diesjährigen Zusammenkunft der *British Association* in Edinburg Vergleichungen der in England hergestellten Clark'schen Normalelemente mit den diesseitigen statt. Das Ergebniss derselben ist ein höchst zufriedenstellendes. Auch die in England durch erfahrene Beobachter angestellten Bestimmungen des Betrages der elektromotorischen Kraft der Elemente mit Hilfe des Silbervoltameters lieferten Werthe, welche in guter Uebereinstimmung mit dem hier gefundenen sind.

Strom- u. Spannungsmesser.

Die Prüfung der elektrischen Strom- und Spannungsmesser hat in den letzten beiden Jahren sehr an Umfang gewonnen. Es sind in dieser Zeit im Ganzen 40 Strommesser und 56 Spannungsmesser geprüft worden. Es konnten danach den Fabrikanten solcher Instrumente Rathschläge zur Beseitigung der einflussreichsten Fehlerquellen gegeben werden, die auch veröffentlicht worden sind. Eine Beglaubigung der Messgeräthe konnte leider erst in wenigen Fällen stattfinden.

Elektrizitätsmesser.

Bei dem dringenden Bedürfniss nach einer amtlichen Prüfung und Beglaubigung der Elektrizitätsmesser ist denselben eine ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Auf Ansuchen der Reichsanstalt sandten eine Reihe deutscher Werkstätten die von ihnen verfertigten Elektrizitätsmesser hierher zur Prüfung ein. Die vergleichende Untersuchung dieser Messgeräthe ist noch nicht abgeschlossen, hat jedoch bereits werthvolle Erfahrungen über ihre Wirkungsweise geliefert. Besonders eingehend sind die in den Werkstätten des Herrn Professor Dr. Aron in Berlin verfertigten Elektrizitätsmesser untersucht, welche in Deutschland fast ausschliesslich Verwendung gefunden haben. Bei denselben wird die verbrauchte Elektrizitätsmenge durch den Gangunterschied zweier von Pendeln regulirter Uhrwerke gemessen, welche für gewöhnlich mit gleicher Geschwindigkeit laufen, von denen jedoch das eine durch die Wirkung des zu messenden Stromes beschleunigt wird. Es sind leicht zu handhabende Methoden ausgearbeitet, mit Hilfe derer sich eine schnelle und sichere Prüfung der gedachten Messgeräthe ermöglichen lässt.

Prüfungen auf Antrag der Benutzer wurden bisher nur an drei Aron'schen Elektrizitätsmessern ausgeführt, welche im neuen Reichstagsgebäude Verwendung finden sollen.

Prüfung von Widerständen.

Ehe die Prüfung und Beglaubigung von Widerständen von der Reichsanstalt in weiterem Umfange übernommen werden konnte, mussten zuerst vorläufige Hauptnormale des elektrischen Widerstandes hergestellt und umfangreiche Versuche darüber angestellt werden, welche Metalllegirungen sich am besten zur Anfertigung von Messwiderständen eignen. In dem früheren Bericht über die Thätigkeit der Reichsanstalt finden sich kurze Mittheilungen über diese von Erfolg begleiteten Untersuchungen und über die Konstruktionen, zu welchen sie geführt haben.

Die Widerstandsmessungen sind in der That nicht nur erheblich leichter, sondern auch genauer geworden, dadurch, dass als Material für die Etalons das schon erwähnte Mangankupfer und Nickelmangankupfer angewendet worden sind und schnell Verbreitung gefunden haben. Dieselbe Eigenschaft kommt auch noch anderen Legirungen zu, namentlich einer solchen von 40 Theilen Nickel und 60 Theilen Kupfer. Die letztere zeichnet sich ausserdem durch bessere mechanische Eigenschaften aus, nämlich durch grosse Beständigkeit und Zähigkeit, wird deshalb von einem westfälischen Nickelwerk in grösserem Maassstabe hergestellt und unter dem Namen Konstantan in den Handel gebracht.

Laufende Prüfungen.

In der Berichtszeit ist nunmehr die Thätigkeit auf diesem Gebiete eine umfangreiche gewesen. Während nämlich im Etatsjahr 1890/91 nur 13 Einzelwiderstände und 7 Widerstandssätze zur Prüfung eingereicht wurden, stieg die Zahl im folgenden Jahre auf 108 Einzelwiderstände und 13 Widerstandssätze und betrug in den ersten 8 Monaten des laufenden Jahres 75 Einzelwiderstände und 13 Widerstandssätze. Die Erledigung der Widerstandssätze, welche zum grossen Theil etwa 50 einzelne Widerstände enthalten, nimmt geraume Zeit in Anspruch, so dass bei den jetzt zur Verfügung stehenden Hilfskräften und Räumen eine erheblich grössere Zahl von Prüfungsanträgen sich auf diesem Gebiete in angemessener Frist nicht mehr erledigen lässt.

Ein grosser Theil der eingereichten Widerstände war für elektrotechnische Fabriken bestimmt, und zwar wurde fast durchgängig die Prüfung und Beglaubigung als Präzisionswiderstand beantragt; die Beglaubigung eines solchen erfolgt, wenn er von den Normalen der Reichsanstalt nicht mehr als $0{,}_{001}$ des Sollwerths abweicht. Für minder genaue Apparate (Gebrauchswiderstände) liegt die zulässige Fehlergrenze erst bei $0{,}_{005}$. Es ist als ein erfreuliches Zeichen zu betrachten, dass die Ansprüche, welche die Technik an die Genauigkeit der Messungen stellt, in den letzten Jahren grösser geworden sind. Die für Fabriken bestimmten Widerstände dienten meist zur Ermittelung sehr hoher Stromstärken.

Die oben erwähnten, in der Reichsanstalt ausgearbeiteten Konstruktionsformen von Messwiderständen finden in der Praxis in steigendem Maasse Verwendung, wie denn überhaupt $^5/_6$ aller geprüften Widerstände nach diesen Modellen hergestellt waren.

Die erhebliche Steigerung der Widerstandsprüfungen im verflossenen Jahre ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass die Reichsanstalt die Internationale Elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt a. M. 1891 neben anderen Apparaten auch mit den Messwiderständen ihrer eigenen Konstruktion beschickte und sich in umfangreicher Weise an den Arbeiten der Prüfungskommission betheiligte. In der That liegen sämmtlichen dort ausgeführten elektrischen Messungen die Normale der Reichsanstalt zu Grunde. Zum Zweck der Durchführung dieser Aufgabe in Bezug auf die Widerstände war ein Assistent längere Zeit in Frankfurt thätig. Im Verlaufe der von der Prüfungskommission durchgeführten Untersuchungen hatte eine grosse Zahl von Fachmännern Gelegenheit, die praktische Handhabung der Apparate der Reichsanstalt kennen zu lernen. Auch aus dem Auslande (Oesterreich-Ungarn, Schweiz, Belgien und Holland) liefen bei deutschen Mechanikern in einer Reihe von Fällen Bestellungen auf solche Apparate ein; vor ihrer Versendung wurden sie in der Anstalt auf ihre Richtigkeit untersucht.

Vergleichung der Normale.

Hand in Hand mit den Prüfungsarbeiten gingen häufige Vergleichungen der Normale, welche bei der Prüfung zu Grunde gelegt wurden. Es zeigte sich hierbei, dass es durch die im Eingang erwähnten Untersuchungen in der That gelungen ist, die zeitliche Konstanz von Drahtwiderständen ganz erheblich zu befördern.

Anderweite Arbeiten.

Von anderweiten Arbeiten ist eine zur Zeit im Gange befindliche Untersuchung über eine neue Art der Herstellung von hohen Widerständen zu erwähnen, die vor Drahtwiderständen von gleichem Betrage den Vorzug eines erheblich geringeren Preises voraus hat. Die Anregung zu dieser Untersuchung, welche günstige Resultate zu liefern verspricht, ist an die Anstalt von aussen her herangetreten.

Vergleichung der B. A. Einheit mit den Normalen der Reichsanstalt.

Während einer Dienstreise nach England und Schottland behufs Theilnahme an Verhandlungen über elektrische Maasseinheiten bot sich in Cambridge Gelegenheit, die Widerstandsnormale der *British Association for the advancement of science* mit den Normalen der Reichsanstalt zu vergleichen. Da in einer grossen Reihe von elektrischen Präzisions untersuchungen die durch diese Normale verkörperte Einheit, die sogenannte *British Association*-Einheit, zu Grunde gelegt wurde und sie auch jetzt in England, Amerika und zum Theil auch in Frankreich noch vielfach benutzt wird, so war eine experimentelle Bestimmung des Verhältnisses beider Einheiten sehr wichtig.

Leitungsfähigkeit.

Ueber die Leitungsmaterialien wurden zahlreiche Untersuchungen angestellt. Sowohl wurden auf Antrag verschiedener Fabrikanten viele Kupfersorten geprüft, als namentlich auch die auf der Frankfurter Ausstellung zur Prüfung angemeldeten Leitungsdrähte einer eingehenden Untersuchung unterworfen, über welche in dem Berichte der Prüfungskommission genaue Angaben veröffentlicht werden. Die wichtigsten Sorten von Platindraht und von Platinlegirungen wurden auf Antrag eines Platinfabrikanten einer genauen Untersuchung auf ihre elektrische Leitungsfähigkeit unterzogen, weil der in den Glühlampen als Zuleitung benutzte Draht häufig einen Bruch der Lampen veranlasst haben sollte. Es zeigten sich bedeutende Unterschiede der Leitungsfähigkeit, namentlich aber, dass das bereits in dem vorigen Berichte erwähnte chemisch reine Platin von W. C. Heraeus in Hanau alle übrigen Sorten so bedeutend an Leitungsfähigkeit übertrifft, dass seine Darstellung in grösserem Maassstabe für technische Zwecke lohnend erscheint.

Isolation.

Eine ziemlich grosse Zahl der eingegangenen Prüfungsgesuche bezogen sich auf die Prüfung der Isolationsmittel für unterirdisch oder durch Wasser gelegte Drähte. Es sind viele Proben billigerer Isolationsmittel eingesendet worden. Es wäre für grössere elektrische Anlagen allerdings ein wichtiger Erfolg, wenn man solche finden könnte. Indessen haben sich die bisher geprüften neuen Materialien doch mehr oder weniger hygroskopisch und daher, wenn sie durch Luft oder Erde laufen, recht veränderlich erwiesen im Vergleich zu der allerdings schwieriger zu behandelnden Guttapercha. Gute Isolation ist nothwendig, um Elektrizitätsverluste und gegenseitige Störung benachbarter Leitungen zu verhüten. Es sind dies wichtige Rücksichten bei den neuerdings entstehenden, immer länger und zahlreicher werdenden Leitungen von Starkströmen.

Im Einzelnen wurden untersucht: verschiedene feste Isolationsmittel aus organischen Stoffen, sowie Schiefer und Glassorten, Porzellanisolatoren, isolirende Flüssigkeiten, Anstrichs- und Imprägnirmittel, isolirte Leitungen und Kabeladern.

Magnetische Untersuchungen.

Die Versuche über die magnetischen Eigenschaften der Eisen- und Stahlsorten, welche für den Elektrischen Maschinen- und Apparatenbau von Wichtigkeit sind, wurden fortgesetzt und Vorkehrungen für weitere Ausdehnung derselben getroffen.

Akkumulatoren und Trockenelemente.

Acht von verschiedenen Fabrikanten eingereichte Sorten von elektrischen Akkumulatoren wurden eingehenden Prüfungen unterzogen, sowie 55 Trockenelemente verschiedenen Ursprungs auf ihre Leistungsfähigkeit geprüft.

Maschinentechnische Messungen.

In Beziehung auf maschinentechnische elektrische Messungen war die Reichsanstalt bei der Untersuchung der Lauffen-Frankfurter Arbeitsübertragung und einigen anderen auf der Frankfurter Ausstellung von Seiten der Prüfungskommission angestellten Messungen dieser Art vertreten. In ihrem eigenen Laboratorium kann dieselbe bis jetzt nur Prüfungen kleiner Elektromotoren vornehmen. Für die Untersuchung von Dynamomaschinen sowie von allen Wechselstromapparaten reichen die gegenwärtigen Räume und Einrichtungen nicht aus, doch ist bei dem Entwurfe des zu erbauenden Maschinenhauses für die technische Abtheilung auf die Aufnahme derartiger Prüfungsarbeiten Rücksicht genommen.

Ausser der schon erwähnten Theilnahme an den Arbeiten der Prüfungskommission der Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M. 1891, bei der der Präsident der Reichsanstalt als Ehrenpräsident der genannten Kommission fungirte, der verstorbene Direktor Dr. Loewenherz die Arbeiten zur Prüfung der ausgestellten Materialien und Werkzeuge für die Feintechnik leitete, die Mitglieder und Assistenten der elektrischen Gruppe der II. Abtheilung aber bei den nöthig werdenden Messungen der Arbeitswerthe, Widerstände, Stromstärken und elektrischen Spannungen sich betheiligten, haben der Präsident und die Assistenten Dr. Lindeck und Dr. Kahle auch noch an der Versammlung der *British Association for the advancement of science*, die im August 1892 in Edinburg stattfand, Theil genommen.

Es handelte sich dort wesentlich darum, Uebereinstimmung herzustellen zwischen den nunmehr einzuführenden gesetzlichen Bestimmungen Englands und Deutschlands über die Einheiten, die bei elektrotechnischen Berechnungen für die verschiedenen in Betracht kommenden Grössen elektrischer Art zu Grunde gelegt werden sollen, und für welche gesetzlich gültige Definitionen immer nothwendiger geworden sind, da die elektrotechnischen Konstruktionen und die Lieferung elektrischer Ströme schon jetzt verhältnissmässig grosse Geldwerthe repräsentiren. Aus diesem Grunde waren von dem Kuratorium der Reichsanstalt in seiner Versammlung im März 1892 Vorschläge für solche gesetzliche Definitionen ausgearbeitet, schon ehe hier bekannt wurde, dass die Englische Regierung dicht vor dem Erlass eines solchen Gesetzes stand. Unsere Vorschläge und Einwendungen sind von dem Komitee der *British Association*, welches das hauptsächlich von der Englischen Regierung in diesen Dingen konsultirte wissenschaftliche Kollegium bildet, sehr günstig aufgenommen worden, sodass wir auf deren definitive Annahme für England glauben hoffen zu dürfen.

Es ist die Absicht, über diese Angelegenheit noch eine besondere Denkschrift zu publiziren, um den industriellen Kreisen Deutschlands Gelegenheit zu bieten, ihre etwaigen Wünsche oder abweichenden Ansichten auszusprechen.

Optische Arbeiten.

Die optischen Arbeiten der zweiten Abtheilung erlitten im Anfange der besprochenen Periode eine erhebliche Unterbrechung durch die Uebersiedelung nach den Räumen der ersten Abtheilung. Bei der Neueinrichtung war man bestrebt, den Bedürfnissen und Wünschen der Technik in höherem Maasse, als dies in den früheren beschränkten Räumen möglich war, entgegen zu kommen.

Photometrische Arbeiten.

In hervorragendem Maasse gilt dies von den Einrichtungen für die photometrischen Arbeiten. Das neue Photometerzimmer ist mit zwei vollständig ausgerüsteten Photometerbänken versehen, von denen die eine nur wissenschaftlichen Untersuchungen dient, während die andere hauptsächlich für die laufenden Prüfungen und die Erledigung der von der Praxis gestellten Aufgaben bestimmt ist.

Unter Zuhilfenahme eines an das Photometerzimmer sich anschliessenden Korridors ist man im Stande, auch sehr starke Lichtquellen (Bogen-Intensivlampen) zu untersuchen.

Rotationsapparat zur Messung starker Lichtquellen.

Wie bereits in der früheren Denkschrift erwähnt wurde, bedient man sich in diesem Falle zur messbaren Lichtschwächung eines Apparates nach Aubert, bei welchem man einen Kreisausschnitt von verstellbarem Winkel so schnell rotiren lässt, dass das hindurchfallende Licht dem Auge kontinuirlich erscheint. Inzwischen ist ein derartiger Apparat hergestellt und auf seine Leistungsfähigkeit geprüft worden, bei welchem es möglich ist, die Grösse des Ausschnitts auch während der Rotation zu verändern.

Als Vergleichslichtquellen dienen Glühlampen, welche von Akkumulatoren gespeist werden und deren Stromstärke auf etwa $^1/_{10000}$ konstant gehalten wird. Die ziemlich komplizirte Messeinrichtung, welche hierzu dient, erlaubt gleichzeitig die Spannung sowohl an den Akkumulatoren wie an der Vergleichslampe zu messen und ist auch zur Ausführung der Spannungs- und Strommessungen an den zu prüfenden Lampen eingerichtet.

Als Photometer dienen die in der vorigen Denkschrift bereits beschriebenen, in

der Reichsanstalt konstruirten Apparate (Gleichheits- und Kontrastphotometer), welche inzwischen nicht unerhebliche Verbesserungen erfahren haben.

Vergleichung verschieden gefärbter Lichtquellen.

Von besonderer Wichtigkeit ist es, dass man mit denselben, namentlich mit dem Gleicheitsphotometer im Stande ist, auch Lichtquellen von verschiedener Färbung mit genügender Genauigkeit zu vergleichen. Man stellt dabei nicht wie bei gleichfarbigen Lichtquellen auf das Verschwinden der Grenze zweier beleuchteter Felder, sondern auf möglichste Unschärfe derselben ein. Dies Kriterium gibt eine für die Zwecke der Praxis völlig hinreichende Genauigkeit. Zur Zeit sind umfassende Untersuchungen über den Werth dieser Methode im Vergleich zu anderen, welche früher für die Vergleichung verschieden gefärbter Quellen vorgeschlagen worden sind, im Gange.

Beglaubigung der Hefnerlampe.

In der vorigen Denkschrift ist ausführlich über die Bemühungen der Reichsanstalt in Verbindung mit dem Verein von Gas- und Wasserfachmännern berichtet worden, welche dahin gingen, das „Hefnerlicht“, d. h. die von der Hefnerlampe bei einer Flammenhöhe von 40 *mm* ausgestrahlte Lichtmenge als technisches Lichtmaass einzuführen. Die Vorarbeiten hierfür, sowie die damit Hand in Hand gehende Beglaubigung der Hefnerlampe durch die Reichsanstalt nahmen viel Mühe und Zeit in Anspruch. Sie bezogen sich vornehmlich auf Untersuchungen über den Einfluss des Brennmaterials, der Wandstärke sowie der Höhe des Dochtrohres, der Luftbeschaffenheit und des Luftdrucks. Zu letzterem Zwecke wurden Versuche in einer sogenannten pneumatischen Kammer angestellt, in welcher man im Stande ist, den Luftdruck in gewissen Grenzen zu verändern, während dem Raume gleichzeitig von aussen beständig frische Luft zugeführt wird. Das Letztere ist sehr nöthig, da die Anhäufung von Produkten der Verbrennung in dem Raume, in welchem eine Flamme brennt, eine auffallend grosse Verminderung der ausgestrahlten Lichtmenge hervorbringt. Ausserdem war man bemüht, Mittel zu finden, um das häufig schlechte Brennen und Zucken der Flamme zu beseitigen. Diese Arbeiten können nunmehr als abgeschlossen gelten, da die Veröffentlichung der auf die Beglaubigung der Hefnerlampe bezüglichen Vorschriften unmittelbar bevorsteht, und es ist damit der bisherigen Verwirrung, welche während der Benutzung der Kerzen als Lichtmaass überall herrschte, ein Ende bereitet.

Prüfungen von Lampen.

Zur Prüfung und Untersuchung von Lampen aller Art ist das photometrische Laboratorium namentlich in dem verflossenen Jahre in so hervorragendem Maasse in Anspruch genommen worden, dass die eingegangenen Anträge mit dem vorhandenen Personal zeitweise nicht bewältigt werden konnten. Insbesondere sind von den verschiedenen Fabrikanten und Interessenten Glühlampen in grosser Zahl zur Untersuchung eingeliefert worden, welche theilweise auf ihre Lichtstärke bei einer bestimmten Spannung, theilweise auf ihren Spannungs- und Stromverbrauch bei angegebener Lichtstärke untersucht werden sollten. Mehrere grössere Fabriken haben neuerdings die Einrichtung getroffen, dass sie stets in gewissen Zeitabschnitten einige Glühlampen in der Reichsanstalt auf ihre Lichtstärke prüfen lassen und diese dann für sich als Normallampen benutzen. Sie entgehen dadurch den erheblichen Fehlerquellen, welchen man bei Vergleichung der Hefnerlampe mit elektrischem Lichte in einem nicht gut eingerichteten Laboratorium ausgesetzt ist. Neuerdings ist die Reichsanstalt auch wiederholt um die Ausführung von Dauerversuchen angegangen worden. Indessen haben solche für die Praxis sehr wichtige Untersuchungen wegen ungenügender Einrichtungen in Bezug auf die Stromquellen leider bisher grossentheils abgewiesen werden müssen.

Auch die Ermittelung der Leuchtkraft von Bogenlampen ist mehrfach beantragt worden, insbesondere hat der Magistrat der Stadt Berlin Muster der zu Strassenbeleuchtung gebrauchten Bogenlampen zur Prüfung eingesandt. Diese Arbeiten, sowie solche über die Kontrole der Leuchtkraft dieser Lampen während des Betriebes sind im Gange.

Photometer für den technischen Gebrauch.

Da mehrmals Photometer für technische Zwecke zur Prüfung eingesandt und die Hilfe der Reichsanstalt vielfach zur Besorgung von photometrischen Einrichtungen in

Anspruch genommen wurde, so war man bestrebt, den Photometern, namentlich dem Kontrastphotometer eine den Bedürfnissen der Technik möglichst entsprechende Form zu geben.

Dioptrische Prüfungen.

Ferner wurde das optische Laboratorium von Seiten der Technik wiederholt zu dioptrischen Prüfungen in Anspruch genommen; insbesondere wurden Messungen des Brechungs- und Zerstreuungsvermögens von Gläsern und Flüssigkeiten, sowie Prüfungen der Planparallelität von eingesandten Platten vorgenommen.

Prüfung von Polarisationsinstrumenten.

Die Arbeiten zur Prüfung von Polarisationsinstrumenten, auf welche schon in dem vorigen Bericht hingewiesen wurde, sollen in Angriff genommen werden, sobald die Untersuchung über die Drehung des Quarzes, welche in der ersten Abtheilung ausgeführt wird, beendet ist.

Präzisionsmechanische Untersuchungen. *Prüfung von Stimmgabeln.*

Die Anzahl der zur Prüfung eingesandten Stimmgabeln hat nahezu 1100 Stück betragen, von denen etwa 50 als Präzisionsgabeln mit erhöhter Genauigkeit abzustimmen waren. In letzter Zeit hat allerdings eine Abnahme der Einsendungen stattgefunden, die jedoch wohl nur eine vorübergehende sein dürfte, da durch die bis jetzt im Ganzen beglaubigten ca. 1900 Stimmgabeln jedenfalls nur das erste, dringlichste Bedürfniss gedeckt erscheint.

Präzisionsmessungen verschiedener Art. Bestimmung von Ausdehnungskoeffizienten.

Mit Präzisionsmessungen ist die Reichsanstalt auch weiterhin wieder vielfach von Mechanikern und anderen Gewerbetreibenden in Anspruch genommen worden. Diese Arbeiten betrafen hauptsächlich einerseits Prüfungen von Leitspindeln für Theilmaschinen und Drehbänke zur Erzeugung von Schrauben, Untersuchungen über die Genauigkeit von Einrichtungen zur schnellen und sicheren Maassbestimmung bei der Herstellung von Instrumenten- und Maschinentheilen in der Werkstatt, ferner Prüfungen eingetheilter Maassskalen, andererseits die Bestimmung von Ausdehnungskoeffizienten, d. h. der Aenderungen, welche die Ausmaasse von Körpern aus bestimmtem Material unter der Einwirkung der Wärme erfahren. Hier kamen besonders nach dem Mannesmann'schen Walzverfahren erzeugte Rohre aus Stahl und aus Aluminium in Betracht, von welchen die ersteren zur Herstellung von Kompensationspendeln feiner astronomischer Uhren, die leteren bei geodätischen Messvorrichtungen Verwendung finden sollten.

Die Ermittelung dieser Werthe geschieht durch mikrometrische Vergleichung der durch Marken bezeichneten Länge eines solchen Körpers bei verschiedenen Temperaturen mit einem unveränderlichen Maassintervall. Das Haupterforderniss liegt dabei in der Aufrechterhaltung einer von der des umgebenden Raumes häufig sehr erheblich abweichenden Temperatur während der Dauer der Messung. Man erreichte den Zweck dadurch, dass der zu untersuchende Körper während der Messung sich in einer metallenen Umhüllung befindet, welche fortdauernd von einem mit grosser Geschwindigkeit bewegten Wasserstrome durchflossen wird. Der durch eine Zentrifugalpumpe in Bewegung erhaltene Strom durchfliesst ausserdem einen Thermostaten, d. i. einen doppelwandigen Behälter von grossem Fassungsraum, in welchem die gewünschte Temperatur des Wassers durch selbthätige Regulirung der Gaszufuhr zu einer damit verbundenen Heizvorrichtung unveränderlich gemacht wird. Hierbei kann man jedoch nur Temperaturen erzeugen, welche wenigstens um einige Grade höher liegen, als die des umgebenden Raumes; an einem einfachen Mittel, auch solche herzustellen, welche der letzteren nahe kommen, oder auch darunter liegen, fehlte es bis jetzt gänzlich. Auf Grund besonders hierfür angestellter Versuche ist es jedoch gelungen, diesem, auch auf anderem Gebiete, z. B. der Thermometrie längst empfundenen Mangel durch eine Abänderung der Regulirvorrichtung abzuhelfen, vermöge deren dieselbe statt der Gaszuströmung zu der Heizvorrichtung den Zufluss von kaltem Wasser aus einem mit Eis oder einer Kältemischung angefüllten Behälter nach Bedarf selbthätig vermehrt oder vermindert.

Die Arbeiten dieser Art wurden in einem vorläufig hierfür zur Verfügung gestellten Raume in dem Observatorium der ersten Abtheilung der Reichsanstalt in der Marchstrasse ausgeführt, weil die Beschränktheit der der zweiten Abtheilung im Gebäude des Poly-

technikums zur Verfügung stehenden Diensträume die Aufstellung der dazu nöthigen Apparate nicht gestattete. Sie begegneten insofern grösseren Schwierigkeiten und verursachten starken Zeitaufwand, als die beschriebenen Einrichtungen erst auf Grund zahlreicher und umfassender Vorversuche unter Mitwirkung der Werkstatt hergestellt und erprobt werden, zu den Messungen aber auch ein Instrument benutzt werden musste, welches seiner Konstruktion nach für Präzisionsmessungen anderer Natur bestimmt und deswegen für die hier besprochenen wenig geeignet ist

Durch diesen Umstand wurde zwar die Arbeit erheblich erschwert, die Genauigkeit der Ergebnisse jedoch nicht beeinträchtigt. Sie hat vielmehr bezüglich der Stahlrohre erst die praktische Ausführung des von Riefler in München erdachten neuen Quecksilberpendels, welches einen bedeutenden Fortschritt auf diesem Gebiete darstellt, ermöglicht. Hinsichtlich der Rohre aus Aluminium hat sie ein eigenartiges unregelmässiges Verhalten dieses Materials erkennen lassen, welches zwar seine Verwendbarkeit zu dem beabsichtigten Zweck völlig ausschliesst, aber von so wichtiger Bedeutung ist, dass es nothwendig erscheint, diese Untersuchungen noch weiter fortzusetzen und zu vertiefen.

Herstellung von Massstäben. Punktmarken für Eintheilungen.

In ähnlicher Weise wie von Aussen her wurde die Thätigkeit der dieses Gebiet bearbeitenden Unterabtheilung in Bezug auf Präzisionsmessungen auch vielfach von anderen Zweigen der Reichsanstalt, sowohl der ersten, als der zweiten Abtheilung, sowie namentlich auch für eigene Zwecke in Anspruch genommen. In erster Beziehung handelte es sich um Untersuchungen von Eintheilungen an verschiedenen Messinstrumenten, Ausmessungen der Länge und des Ausdehnungskoeffizienten von Glasrohren für Normale elektrischen Widerstandes, Bestimmungen des inneren Durchmessers von Kapillarrohren für Zwecke der Thermometrie in letzterer ausser zahlreichen Messungen zur Untersuchung der eigenen Hilfsmittel und an Probekörpern für die später zu erwähnenden speziellen Untersuchungen, um die Beschaffung eines geeigneten Maassstabes für die Ausdehnungsbestimmungen, sowie um die eines möglichst genauen und unveränderlichen Normalmeters. Ersteres wurde in der eigenen Werkstatt aus Gussstahl mit rechteckigem Querschnitt hergestellt, seine Enden bis zur halben Dicke des Stabes abgesetzt, um den Einfluss von Durchbiegungen unschädlich zu machen. An jedem Ende ist zur Aufnahme passender Eintheilungen eine kurze Lamelle von Platin-Iridium befestigt. Die Eintheilungen in möglichst feinen und guten Strichen sind auf der eigenen Theilmaschine hergestellt und untersucht worden, sie lassen an Qualität nichts zu wünschen übrig. Für das Normalmeter ist als Material Bronze, als Querschnitt die Trogform gewählt worden. Dasselbe bietet dadurch ein allgemeineres Interesse, dass daran zum ersten Male eine Neuerung von ziemlich weittragender Bedeutung zur Anwendung gekommen ist. Als Marken dienen nämlich hier an Stelle der sonst gebräuchlichen Striche die durch sorgfältiges Abschleifen frei gelegten kreisförmigen Querschnitte von Platindrähten von nur 0,04 *mm* Durchmesser, die zunächst auf galvanischem Wege in Kupfer eingebettet und mittels desselben in den Körper des Massstabes eingelassen sind. Die Vortheile dieser neuen Einrichtung den älteren gegenüber sind mannigfacher Art, doch erforderte ihre Herstellung wiederum eine Reihe besonderer Versuche. Um auch systematische Vergleichungen derselben bezüglich der durch sie gewährleisteten Genauigkeit mit den älteren Vorkehrungen anstellen zu können, sind noch zwei Versuchsskalen von je 5 *cm* Länge hergestellt worden, deren einzelne Zentimeterintervalle in der gleichen Weise markirt sind. Diese Versuche sind z. Z. noch nicht abgeschlossen, haben aber doch bereits erkennen lassen, dass die Einstellungsgenauigkeit dieser neuen Punkt- oder Kreismarken derjenigen von Strichen bester Qualität nicht nachsteht. Von beiden Massstäben sind die Ausdehnungskoeffizienten ermittelt worden, die absolute Länge des letzteren wird durch die Kaiserliche Normal-Aichungskommission festzustellen sein.

Untersuchungen von Materialien.

Ein anderer Theil der Arbeiten dieser Art war vielfach unter Beihilfe des chemischen Laboratoriums und der Werkstatt auf Untersuchung der Eigenschaften von für gewisse Zweige der Technik wichtigen Materialien gerichtet.

Das in neuerer Zeit in grossem Massstabe und zu verhältnissmässig niedrigem

Aluminium und dessen Legirungen.

Preise erzeugte Aluminium würde sich seines geringen spezifischen Gewichtes wegen für viele Zwecke der Feinmechanik, beispielsweise die Herstellung transportabler Feldmessinstrumente vorzüglich eignen, wenn demselben nicht gleichzeitg erhebliche Mängel anhafteten. Unter diesen steht seine geringe Widerstandsfähigkeit gegen den zerstörenden Einfluss von Wasser und Luft sowie seine grosse Weichheit obenan. Der erstere Mangel lässt sich bis zu einem gewissen Grade durch das allerdings nicht überall anwendbare Mittel des Ueberziehens der daraus hergestellten Gegenstände mit einer schützenden Hülle, durch Lackiren u. s. w. bekämpfen, dem zweiten durch Legiren des reinen Aluminiums mit geringen Mengen anderer Metalle begegnen, wobei aber wieder leicht eine grosse Sprödigkeit auftritt. Um über beide Punkte einen zunächst nur orientirenden Aufschluss zu erhalten, wurden einerseits Proben verschiedenen Ursprungs, gleichzeitig mit solchen aus Messing zum unmittelbaren Vergleich, der Einwirkung von Wasser und Luft unterworfen und durch genaue Wägungen die hierbei entstandenen Gewichtsänderungen festgestellt. Andererseits wurden Hämmerungs-, Biegungs- und Bearbeitungsversuche mit reinem und in verschiedenem Grade mit Kupfer legirtem Aluminium vorgenommen. Die ersteren Versuche sind bereits abgeschlossen und ihre Ergebnisse zur Veröffentlichung zusammengestellt; die letzteren bedürfen jedoch noch der Fortsetzung und Erweiterung und würden zweckmässig auch noch mit Streckungs-, Zerreiss- und Bruchproben zu verbinden sein, für welche indess z. Z. noch die geeigneten Hilfsmittel fehlen.

Legirungen für analytische Gewichte.

Für die grösseren Gewichtsstücke zu Wägungen feinster Art war bis jetzt Messing, Bronze oder Kupfer verwendet worden, welches zum Schutze gegen den schädigenden Einfluss der Luft mit einem galvanischen Ueberzuge von Gold oder Platin versehen wurde. Dieselben genügten aber den an sie zu stellenden Anforderungen auf Unveränderlichkeit nur unvollkommen. Dem Bedürfniss nach einem seiner inneren Beschaffenheit nach geeigneteren Materiale, welches auch einer besonderen Schutzhülle entbehren kann und dadurch die der galvanischen Vergoldung beziehungsweise Platinirung anhaftenden Uebelstände vermeidlich macht, glaubt man durch gewisse Legirungen aus Kupfer und Nickel unter geringem Zusatz anderer Metalle, wie Zinn, Antimon und Aluminium, Befriedigung verschaffen zu können. Es sind daher eine grosse Anzahl solcher Legirungen hergestellt und aus diesen Probekörper angefertigt worden, welche einerseits ein Urtheil über die Bearbeitbarkeit und die Politurfähigkeit der verschieden zusammengesetzten Legirungen ermöglichen sollten, andererseits genauen Bestimmungen ihrer spezifischen Gewichte unterworfen werden, um auf Grund dieser Ergebnisse Schlüsse auf ihre innere Beschaffenheit ziehen zu können, und endlich auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen atmosphärische Einflüsse geprüft werden sollen. Diese erst vor Kurzem begonnenen Untersuchungen bedürfen zu ihrer Erledigung längerer Zeitdauer und werden daher erst später abgeschlossen werden können.

Für beide zuletzt genannten Arbeiten war aber auch noch eine umfangreiche und zeitraubende Vorbereitung insofern erforderlich, als der zu den Wägungen benutzte eigene Gewichtssatz sorgfältig auf seine Richtigkeit geprüft werden musste.

Material für Theilungen.

Die erwähnten Kupfernickellegirungen geben auch einige Hoffnung, ein besseres Material für feine Theilungen finden zu können, auf dessen Auffindung von Seiten des Königlichen Generalstabes der Armee grosses Gewicht gelegt wurde. Eine grosse Reihe in der Reichsanstalt angestellter Versuche mit Probetheilungen auf reinem Platin sowie Legirungen von Silber mit Platin, Zinn und Zink sowie auch in Metall eingeschmolzenen Streifen von weisser Emaille hat allerdings bisher nur zu negativen Resultaten geführt.

Eigenschaften verschieden behandelten Stahles.

Von grosser Wichtigkeit nicht nur für die Technik, sondern auch vom wissenschaftlichen Standpunkte ist das eingehende Studium der Veränderungen, welche der Stahl beim Härten und Anlassen bezüglich seiner Dimensionen sowohl, als auch seiner Festigkeit und Elastizität erfährt. Die Vorversuche, welche in dieser Frage bereits vielfach angestellt worden sind, haben erkennen lassen, dass sich diese Aenderungen am Besten an zylindrischen Stäben von nicht zu geringer Dicke verfolgen lassen. Im Anschlusse

hieran sind die erforderlichen Hilfsmittel, ein Instrument zur genauen Messung der Probekörper, ferner Apparate zur messenden Verfolgung der Biegungen und Verdrehungen, welche dieselben unter der Einwirkung bekannter, nicht zu grosser Kräfte erfahren, konstruirt und zum Theil bereits beschafft und auf ihre Leistungsfähigkeit geprüft worden. Die Lieferung eines Theiles der bestellten Instrumente wird aber noch erwartet.

Schmierölprüfungen.

Ebenso ist die Konstruktion eines Apparates zur Prüfung von Schmierölen für Chronometer und ähnliche feine Instrumente bezüglich ihrer Schmierfähigkeit, Zähigkeit und Ausgiebigkeit erfolgt, die Fertigstellung in der eigenen Werkstatt aber noch nicht beendet.

Beantwortung technischer Anfragen.

Endlich wurde diese Unterabtheilung wieder mehrfach zur Ertheilung von Auskunft und Rath in technischen Fragen herangezogen, ihr auch die Prüfung fertiger Instrumente und Apparate bezüglich ihrer Richtigkeit oder Sicherheit des Funktionirens übertragen, z. B. eines Instrumentes zur Messung der Länge von Polarisationsrohren vom Verein der Rübenzucker-Industrie sowie des Uhrwerkes für einen Rotationszähler der Kaiserlichen Marine.

Einführung einheitlicher Schraubengewinde.

Die Bemühungen, eine Vereinigung zunächst der deutschen Mechaniker zur Einführung eines gemeinsamen Systems von Schrauben gleichmässiger Form zu Stande zu bringen, war ein Hauptziel der Thätigkeit des Direktors Dr. Loewenherz. In der That wäre es ein grosser Gewinn, wenn jedes in Deutschland konstruirte Instrument in der Werkstatt jedes deutschen Mechanikers reparirt oder ergänzt werden könnte, ohne dass man alle Schraubenlöcher neu ausbohren müsste. Der Verstorbene hat noch die Freude gehabt, sich zu überzeugen, dass immer breitere Kreise deutscher Mechaniker seinen Plänen zustimmten, darunter auch einige der grössten elektrotechnischen Firmen.

Nach Abschluss der Frankfurter Verhandlungen vom Juni 1890, welche zur Aufstellung einheitlicher Normen geführt hatten, ging die Reichsanstalt daran, sowohl in ihrer eigenen Werkstatt, als auch unter Zuziehung grösserer Firmen die Herstellung von Bohrern für dass beschlossene Gewinde zu veranlassen. Diese Arbeiten stiessen auf nicht vorhergesehene Schwierigkeiten, welche vor Allem in der damals beantragten scharfen und tiefen Gangform ihren Grund hatten. Wenn es auch nach vielen Versuchen und durch die Beschaffung geeigneter Spezialmaschinen gelang, diese Schwierigkeiten zu überwinden, so drängte sich doch gleichzeitig die Ueberzeugung auf, dass diese Gewindeform für die Praxis wenig empfehlenswerth sei. Unterstützt wurde dies Urtheil noch durch weitere Versuche, welche die geringere Haltbarkeit der Bohrer und Schrauben dieses Systems im Vergleich mit anderen erkennen liessen. Man sah sich daher genöthigt, zu einer solchen Form der Gewinde überzugehen, welche durch Abflachung der scharfen Kanten sich enger an das Normalgewinde des Vereins deutscher Ingenieure anschliesst. Eine zur Beschlussfassung hierüber für den Herbst d. J. in Aussicht genommene Zusammenkunft von Fachmännern, welche gleichzeitig Normen für die weniger wesentlichen Nebendimensionen der fabrikmässig herzustellenden Befestigungsschrauben festsetzen sollte, musste in Folge Ablebens des Direktors Dr. Loewenherz einstweilen noch verschoben werden.

Zur Theilnahme an diesen Berathungen waren zunächst alle hervorragenden Vertreter deutscher Konsumenten und Produzenten geladen. Aber auch über die Grenzen Deutschlands hinaus hat sich das Interesse an diesen Arbeiten der Reichsanstalt verbreitet, und so hatte eine erhebliche Anzahl von Interessenten aus Oesterreich und der Schweiz, auch ein englischer Industrieller sich bereit erklärt, an diesen Berathungen Theil zu nehmen. In Wien hat sich ein besonderes Komitee unter Leitung des k. k. technologischen Gewerbe-Museums gebildet, welches sich mit der Schaffung von Normen für Gewinde im Anschluss an die Arbeiten der Reichsanstalt befasst.

Verhandlungen mit dem k. k. technologischen Gewerbe-Museum.

Die noch weitergehenden Bestrebungen dieses Komitees auf Schaffung eines der Reichsanstalt ähnlichen Instituts fanden Ausdruck in einer Einladung des Niederösterreichischen Gewerbevereins an den Direktor Dr. Loewenherz in Wien einen Vortrag über die Reichsanstalt zu halten; an der Ausführung dieses Vorhabens wurde Direktor Dr. Loewenherz durch seine tödtliche Erkrankung gehindert.

Indikatoren.

Der Entwurf zu einer neuen Konstruktion der Indikatoren, bei welcher der Einfluss der Trägheit der bewegten Maschinentheile und des Dampfes wird beseitigt werden können, und von denen man eine wirkliche Messung des wechselnden Dampfdrucks in den verschiedenen Stadien der Bewegung zu erreichen hoffen darf, ist fertiggestellt und wird zur Zeit auch schon über seine Ausführung verhandelt. Es sollen dabei die von Herrn Dr. Raps zur Untersuchung der wechselnden Druckwerthe in Orgelpfeifen erfundenen Methoden benutzt werden.

Libellen.

Nachdem durch die Arbeiten der chemischen Gruppe der Reichsanstalt die Ursachen der Störungen bei Libellen aufgedeckt waren, trat man der Beseitigung einiger technischer Schwierigkeiten bei der Herstellung dieser feinsten Messwerkzeuge näher. Es handelte sich hierbei um die Beschaffung eines nicht nur in seiner Zusammensetzung, sondern auch in seiner äusseren Form geeigneten Rohrmaterials. Diese Schwierigkeit kann durch das Entgegenkommen des glastechnischen Laboratoriums von Dr. Schott und Genossen in Jena als beseitigt angesehen werden. Gegenwärtig sind Verhandlungen im Gange, um die Anwendung der Hilfsmittel und Arbeitsmethoden bei der Verfertigung genauester Libellen, welche bis jetzt in Deutschland nur an einer einzigen Stelle erhalten werden können, der Allgemeinheit zugänglich zu machen. Man beabsichtigt auf diese Weise, jenen wichtigen Zweig der Präzisionsmechanik vor dem sonst drohenden Niedergange zu bewahren.

Arbeiten der Werkstatt.

Die Werkstatt ist hauptsächlich dazu bestimmt, die Apparate und Vorrichtungen anzufertigen, welche für die Arbeiten der verschiedenen Arbeitsgruppen der Reichsanstalt bei ihren Untersuchungen gebraucht werden. Es wurden eine ganze Anzahl grösserer Instrumente und Apparate gebaut, ebenso wurden sehr viele kleinere Vorrichtungen, Hilfsapparate und Reparaturen ausgeführt.

Durch das Abstimmen und Beglaubigen von nahezu 1100 Stimmgabeln wurde die Hilfe der Werkstatt in grossem Maasse in Anspruch genommen, so dass lange Zeit drei Mechanikergehilfen ausschliesslich mit dieser Arbeit beschäftigt waren.

Ebenso wurden bei den Arbeiten zur Einführung einheitlicher Schraubengewinde die Arbeitskräfte der Werkstatt in ausgedehnter Weise herangezogen, sowohl zur Anfertigung von Normalgewindebohrern, wie auch zur Herstellung der mit diesen Arbeiten verbundenen Neuanfertigung von Werkzeugen und Hilfsgeräthen.

Versuchs-Werkstatt.

In der Versuchswerkstatt wurden zunächst zu den bereits früher angefertigten Eisenlegirungen für magnetische Untersuchungen noch eine grosse Anzahl solcher Legirungen hergestellt. Es wurde Stahl verschiedensten Ursprungs mit Platin, Nickel, Zinn und Wolfram in verschiedenen Verhältnissen verbunden. Dabei bedingten die hohen Schmelzpunkte mancher Stahlsorten die Beschaffung eines grösseren Schmelzventilators mit Deckenvorgelege für Maschinenantrieb.

Sodann wurden Legirungen zur Herstellung von analytischen Gewichten von Nickel, Kupfer, Aluminium und Zinn geschmolzen und aus denselben zur weiteren Untersuchung in der Abtheilung für präzisionsmechanische Arbeiten zylindrische Probekörper angefertigt.

Lothe und Löthen.

Ferner wurden Untersuchungen über die Löthbarkeit der hochprozentigen Aluminiumbronze mittels Weichloth auf Antrag der Kaiserlichen Marine ausgeführt.

Es bestätigte sich, dass die bisher für diesen Zweck benutzten Kadmium- und Quecksilberweichlothe, so lange sie sich noch in flüssigem Zustande befinden, die damit gelöthete Aluminiumbronze durchdringen und sehr brüchig machen. Ein brauchbares Weichloth als Ersatz für die obengenannten Lothe oder eine Löthmethode, bei welcher die üble Eigenschaft des Brüchigwerdens nicht auftrat, konnte trotz umfassender Untersuchungen nicht gefunden werden. Erst, als man die Aluminiumbronze auf galvanischem Wege mit einer dünnen Metallschicht bedeckte, gelang das Löthen mit gewöhnlichem Weichloth in einigermassen befriedigender Weise. Es zeigte sich namentlich, dass ein zinkreicher Messingniederschlag den Löthungen die grössere Haltbarkeit gewährte, während eine Kupfer- oder Zinkschicht weit geringere Festigkeit derselben erkennen liess.

Im Weiteren wurden die bis jetzt bekannten Hart- und Weichlothe für Reinaluminium untersucht und zu diesem Zwecke eine grössere Anzahl von geeigneten Legirungen aus Kupfer, Aluminium und Zink zusammengestellt. Die Versuche ergaben im Allgemeinen, dass die Aluminium-Hartlothe ihres nothwendig niedrigen Schmelzpunktes halber entweder sehr spröde und brüchig oder sehr weich sind, daher auch die Festigkeit der Löthungen eine sehr verschiedene ist.

Die Untersuchungen hierüber sind noch nicht abgeschlossen.

Giessversuche.

Hieran schlossen sich Versuche über die Giessfähigkeit der hochprozentigen Aluminiumbronze. Beim Giessen der in flüssigem Zustande sehr stark oxydirenden Legirung werden Theile der Oxydhaut mit in die Form hineingerissen, welche nach dem Erkalten poröse Stellen im Guss bedingen. Man fand, dass irgend welche Zusätze zur flüssigen Legirung diesen Uebelstand nicht ganz beseitigen, wohl aber die Güte des Materials stark beeinträchtigen. Nur durch besondere Anordnung der Eingüsse an den Formen war es möglich, diesem Fehler zu begegnen.

Für grössere Giessarbeiten mit dieser Legirung kann indessen ein endgiltiges Urtheil nicht abgegeben werden, da hierfür die Mittel der Versuchswerkstatt nicht ausreichen.

Andere Arbeiten.

Nachdem das Verfahren zur Färbung der Metallflächen nicht nur im Kunstgewerbe, sondern auch in der Mechanik, z. B. Anlassen von Brillengestellen, vielfach Verwendung gefunden hat, trat gelegentlich die Aufgabe auf, auch grössere Metallflächen in dieser Art gleichmässig zu färben. Es gelang, das neue Verfahren auf Stücke auszudehnen, deren Längenerstreckungen zum Theil 0,5 *m* übersteigen.

Ausserdem wurden umfassende Versuche mit sieben Metallbeizen für Messing und Zink ausgeführt, sowie Anweisungen über Versilberungen optischer Gläser und von Metalltheilen geprüft.

Auch für den Bedarf der einzelnen Abtheilungen der Reichsanstalt wurde die Hilfe der Versuchswerkstatt häufig beansprucht. So für Herstellung von Elektroden aus chemisch reinem Zink, Anfertigung von Silberspiegeln für optische Zwecke und für galvanoplastische Arbeiten.

Ein grosser Theil von mechanischen Arbeiten für das elektrische Laboratorium wurde durch eigenes Hilfspersonal ausgeführt.

Chemische Untersuchungen.

Dem grösseren Umfange der Arbeiten an der Reichsanstalt entsprechend wuchs auch das chemisch zu analysirende Material. Gegenstand der chemischen Analyse waren besonders Metalllegirungen der verschiedensten Art, Glassorten mannigfaltigen Ursprungs und Flüssigkeiten zu photometrischen Zwecken. Von grösseren Untersuchungen sind Arbeiten über das Glas, über das Platin, über das Zink zu nennen; ferner Versuche über Quecksilber, über Aluminium, über Weingeistthermometer, über Chronometeröle.

Versuche über das Glas.

Während die Beurtheilung der Beschaffenheit des Glases für wissenschaftliche Apparate und technische Geräthe bisher grösseren Schwierigkeiten begegnete, wurde, entsprechend der früher aufgefundenen qualitativen Methode, ein brauchbares Verfahren ausgearbeitet, welches die verschiedene Angreifbarkeit der einzelnen Glassorten zahlenmässig auszudrücken erlaubt. Das Verfahren beruht darauf, dass man mit Hilfe ätherischer Eosinlösung diejenige Menge von Alkali ermittelt, welche bei der Berührung einer gemessenen Oberfläche des Glases mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur während bestimmter Zeit in Lösung geht. So klein diese Alkalimengen sind, können sie doch als charakteristisch für die Beschaffenheit der benetzten Oberfläche, und im Weiteren für die vorliegende Glassorte betrachtet werden.

Der Feststellung dieser Thatsache mussten Versuche vorangehen, durch welche die bei der Einwirkung von Wasser auf Glas stattfindenden Vorgänge auf das Sorgfältigste verfolgt wurden. Zur allseitigen Beurtheilung des chemischen Verhaltens der Gläser hat es sich auch als nöthig erwiesen, die Wirkungsweise gelöster Alkalien, Säuren und Salze eingehenden Beobachtungen zu unterwerfen. Man ist nunmehr im Stande, die

verschiedenen Glassorten des Handels hinsichtlich ihrer Angreifbarkeit mit einiger Sicherheit bequem zu unterscheiden, die Gleichartigkeit ihrer Herstellung zu kontroliren und die Veränderung ihrer Oberflächen zu bestimmen.

In der Reichsanstalt, welche stets mit den einzelnen Glashütten in Fühlung steht, hat eine Beurtheilung sehr vielseitiger Fabrikate stattgefunden, und es lässt sich nicht verkennen, dass mit dem Bekanntwerden ihrer Untersuchung sowohl seitens der Produzenten als seitens der Konsumenten das Interesse für die Herstellung besonders widerstandsfähiger Glassorten erheblich gestiegen ist; dies gilt besonders für Gefässe zu chemischem Gebrauche, welche der Wirkung der Reagentien kräftig widerstehen sollen. Für diese Zwecke galt bisher das böhmische Glas als das beste; es hat sich jedoch gezeigt, dass es auch in Deutschland eine ganze Reihe von Hütten giebt, deren Fabrikate mit den aus Böhmen bezogenen erfolgreich wetteifern können.

Hinsichtlich der Verbesserung des Glases hat man sich bereits einer Grenze genähert, welche von der Technik nicht mehr leicht übertroffen werden wird, andererseits aber kann als sicher gelten, dass trotz mannigfacher Bestrebungen bisher kein Glas erzeugt worden ist, welches nicht durch die blosse Berührung mit Wasser eine oberflächliche Zersetzung erführe. Die höchsten Anforderungen nach dieser Richtung werden an die Gläser gestellt, welche als Wasserstandsrohre an Dampfkesseln dem überhitzten Wasserdampf dauernd ausgesetzt sind. Für diesen Zweck sind in dem Glastechnischen Laboratorium zu Jena Gläser hergestellt worden, welche hinsichtlich der Angreifbarkeit alle bekannten Glassorten weit übertreffen.

Untersuchung über die Herstellung reinen Platins.

In dem früheren Bericht wurde erwähnt, dass es der Firma Heraeus in Hanau gelungen war, Platinmetall bis zu einem sehr hohen Grade zu reinigen; die Bestrebungen dieser Firma sind fortgesetzt worden und haben dazu geführt, ein Platin in den Handel zu bringen, welches nur noch Spuren von Iridium enthält. Die in der Reichsanstalt ausgeführten Versuche haben nun dadurch einen befriedigenden Abschluss gefunden, dass man durch Anwendung einer einfachen Methode — (der Ueberführung in Natriumplatinchlorid) — vermochte, grössere Mengen Platin von solcher Reinheit herzustellen, dass man darin keine metallische Verunreinigung mehr erkennen konnte. Zur Analyse des Platins dienten besondere Methoden, deren Prüfung ein eingehendes Studium der kohlenoxydhaltigen flüchtigen Platinverbindungen nöthig machte.

Das auf dem angedeuteten Wege gewonnene Metall enthält mindestens 99,99 % Platin, es kann zwar noch Verunreinigungen enthalten, dieselben entziehen sich aber der Wahrnehmung durch die jetzigen Mittel der Anstalt und werden nicht hindern, dass das Metall an Stelle von reinem Platin bei der Ausführung grundlegender physikalischer Versuche benutzt wird.

Versuche zur Herstellung von reinem Zink.

Die bereits vor zwei Jahren begonnene Untersuchung geht darauf aus, Methoden zur Gewinnung reinen Zinks zu finden, dessen Beschaffung für elektrische Fundamentalversuche von grosser Bedeutung ist. Bei den aussergewöhnlichen Schwierigkeiten, welche die Abscheidung der letzten Spuren fremder Metalle aus dem Zink mit sich bringt, ist das vorgesteckte Ziel noch nicht vollkommen erreicht worden; immerhin aber erlauben die elektrolytischen Methoden, welche man in Verbindung mit der Destillation benutzt hat, schön krystallisirte Präparate herzustellen, in welchen die Verunreinigungen nur noch mit den empfindlichsten Mitteln auffindbar sind; sie werden etwa noch den hunderttausendsten Theil des Metalls betragen. Dem gegenüber möge betont werden, dass besonders reine Zinksorten, welche man aus dem Handel beziehen kann, niemals weniger als den dreitausendsten Theil an fremden Metallen — (namentlich Blei, Kadmium und Eisen) — enthalten. Das in der Reichsanstalt gereinigte Zink hat bereits mehrfach zu elektrischen Versuchen an Stelle von reinem Zink Verwendung gefunden. Da die Eigenschaften des Zinks noch nicht völlig erforscht sind, so bietet die vorliegende Untersuchung vielfach Gelegenheit zu wichtigeren Beobachtungen nach dieser Richtung.

Das auf elektrolytischem Wege gereinigte Quecksilber ist einer sehr sorgfältigen

Prüfung auf metallische Verunreinigungen unterzogen worden; in 200 *g* des Quecksilbers konnten jedoch durch die Mittel der chemischen Analyse keine fremden Metalle aufgefunden werden. Das Quecksilber kann demnach auf elektrolytischem Wege in einen Zustand der Reinheit übergeführt werden, wie es nur für sehr wenige Elemente hat erreicht werden können. Dieser Umstand kommt der Verwendung des Metalls zu Präzisions-Instrumenten, wie Normal-Barometer, -Thermometer, elektrische Normalwiderstände, besonders zu Statten.

Versuche über den Nachweis von Verunreinigungen im Quecksilber.

Die in letzter Zeit vielfach besprochene Frage nach der Haltbarkeit der Gegenstände aus Aluminium hat zur Anstellung einiger Versuche über die Einwirkung lufthaltigen Wassers auf dieses Metall Veranlassung gegeben. Es stellte sich heraus, dass dabei nicht nur das Metall oxydirt wird, sondern dass auch das Wasser, ähnlich wie bei der Berührung mit Zink, eine Veränderung erfährt, insofern es kleine, aber bestimmbare Mengen von Wasserstoffsuperoxyd aufnimmt. Hinsichtlich mancher Verwendungen des Aluminiums in der Wissenschaft und Technik muss diese Thatsache berücksichtigt werden.

Versuche über die Oxydation des Aluminiums.

Neben den Quecksilberthermometern werden in Thüringen auch Weingeistthermometer in grösserem Umfange hergestellt, deren gefärbte Füllungen nicht immer haltbar sind. Den Klagen der Produzenten über die Zersetzung der Flüssigkeiten sollte abgeholfen werden. Als Ursache der Störungen fand man einerseits die mangelhafte Beschaffenheit des Glases, andererseits die Zersetzbarkeit der zum Färben des Weingeistes benutzten Farbstoffe; es ist bereits gelungen, die Zusammensetzung solcher Flüssigkeiten soweit zu verbessern, dass eine grössere Haltbarkeit der Instrumente künftig gewährleistet werden kann. —

Versuche über die Herstellung geeigneter Flüssigkeiten für Weingeistthermometer.

Einer Anregung der Kaiserlichen Marine folgend, hat die Reichsanstalt eine Untersuchung über die Haltbarkeit feiner Oele, wie sie zum Schmieren von Chronometerwerken dienen, begonnen; man ist jedoch über die Vorversuche noch nicht hinausgekommen.

Versuche über die Beständigkeit von Chronometerölen.

Da der Gang der Chronometer in hohem Grade von der Beschaffenheit dieser Oele abhängt, so geht das Ziel der Untersuchung dahin, womöglich Oele aufzufinden, welche durch die Einflüsse der Atmosphäre nicht ungünstig verändert werden; bei den bis jetzt für den genannten Zweck verwendeten Oelen ist dies immer der Fall.

Veröffentlichungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt
aus dem Arbeitsgebiet der zweiten Abtheilung. *)

Ein an Stelle der Quellenangabe hinzugefügtes **I** bedeutet: „Zeitschrift für Instrumentenkunde", ein **C** „Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft".

a) betreffend Thermometer.

H. F. Wiebe. Ueber die amtliche Prüfung von Thermometern. *Zeitschrift für analytische Chemie.* — Oktober 1890.

W. Pomplun. Vergleichung von Thermometern in Temperaturen über 50 Grad. — **I.** Januar 1891.

A. Mahlke. Ueber die Verwendung der flüssigen Kohlensäure zur Herstellung hochgradiger Quecksilberthermometer. — **I.** Dezember 1892.

b) betreffend elektrische Messungen.

Dr. St. Lindeck. Ueber eine Herstellung von Normalquecksilberwiderständen. — **I.** März 1891.

Dr. K. Kahle. Vergleichende Untersuchung technischer Strom- und Spannungsmesser. — **I.** Juli 1891.

Dr. St. Lindeck. Ueber die elektromotorische Kraft des Normalelements von Flemming. — **I.** Januar 1892.

" Ueber die elektromotorische Kraft des Clark-Elements. — Ebendort.

Dr. K. Kahle. Beiträge zur Kenntniss der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Normalelements. — I. **I.** April 1892. II. **I.** Dezember 1892.

Dr. St. Lindeck. *On Wire Standards of Electrical Resistance. Report British Association for 1892.*

c) betreffend optische Untersuchungen.

Dr. L. Loewenherz. Die Beglaubigung der Hefnerlampe durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. — *Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung.* Oktober 1891.

Dr. O. Lummer und Dr E. Brodhun. Photometrische Untersuchungen. IV. Die photometrischen Apparate der Reichsanstalt für den technischen Gebrauch. — **I.** Februar 1892.

d) betreffend präzisionsmechanische Untersuchungen.

Zur Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feintechnik. — **I.** Oktober 1892.

Dr. A. Leman. Ueber eine neue Methode zur absoluten Bestimmung der Schwingungszahl von Stimmgabeln. — *Verhandlungen der Physikalischen Gesellschaft. Oktober 1890.*

F. Göpel. Bericht über einige Versuche, betreffend die Widerstandsfähigkeit des Aluminiums gegen Wasser. — **I.** Dezember 1892.

e) betreffend chemische Untersuchung des Glases.

Dr. F. Mylius und Dr. F. Foerster. Ueber die Bestimmung kleiner Mengen von Alkali und die Erkennung der Neutralität des Wassers. — **C.** 1891 No. 9.

" Ueber die Beurtheilung der Glasgefässe zu chemischem Gebrauche. Das Verhalten von Glasoberflächen zu Wasser. **I.** September 1891.

Dr. F. Foerster. Ueber das chemische Verhalten des Glases. Einwirkung der Lösungen von Alkalien und Salzen auf Glas. — **C.** 1892 No. 14.

f) betreffend reines Platin.

Dr. F. Mylius und Dr. F. Foerster. Ueber die Herstellung von reinem Platin. — **I.** März 1892.

" Ueber die Verbindungen des Kohlenoxydplatins. — **C.** 1891 No. 13.

" Ueber die Herstellung und Beurtheilung von reinem Platin. — **C.** 1892 No. 4.

*) Die Veröffentlichungen aus der ersten Abtheilung sind in dem Bericht selbst bei den einzelnen Arbeiten derselben aufgeführt.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang. **April 1893.** Viertes Heft.

Selbstthätige Blutgaspumpe.

Von

Prof. Dr. **A. Kossel** und Dr. **A. Raps** in Berlin.

(Aus dem Physikalischen Institut und der chemischen Abtheilung des Physiologischen Institutes der Universität Berlin.)

Die grossen Vortheile, welche die Anwendung einer selbstthätig arbeitenden Quecksilberluftpumpe bei der Bestimmung der im Blute und in anderen Flüssigkeiten enthaltenen Gase bietet, veranlassten uns, die in dieser Zeitschrift[1]) angegebene selbstthätige Quecksilberluftpumpe auch für derartige Zwecke anwendbar zu machen[2]).

Die hier auseinandergesetzte Vorrichtung macht die mechanischen Handleistungen und die Anwesenheit des Experimentators vollständig entbehrlich; derselbe braucht nur die zu entgasende Flüssigkeit in die zuvor von der Pumpe selbstthätig evakuirten Räume einzulassen. Die Pumpe sammelt dann die Gase ohne Hilfe des Experimentators in einer Glaskugel auf, aus welcher dieselben nach vollendeter Entgasung in ein Eudiometergefäss geschafft werden.

Da die Theile der Blutgaspumpe, welche das selbstthätige Heben des Quecksilbers und die Evakuirung besorgen, vollständig mit denjenigen der früher beschriebenen Quecksilberluftpumpe übereinstimmen, so werden sie hier nicht mehr auseinandergesetzt, sondern es wird betreffs derselben auf die soeben erwähnte Abhandlung verwiesen. Hier sollen nur die Vorrichtungen beschrieben werden, welche zum Aufsammeln und Trocknen der ausgepumpten Gase dienen; ferner die Räume, in welche die zu entgasenden Flüssigkeiten eingeleitet werden.

Fig. 1 (a. f. S.) stellt die Vorrichtung zum selbstthätigen Heben des Quecksilbers dar, Fig. 2 (S. 143, theilweise durchschnitten) die Blutgaspumpe selbst. Die beiden Figuren gehören eigentlich zusammen, sie sind nur der leichteren Uebersicht halber getrennt angegeben. (Man muss sich das Rohr V der Glaspumpe in Fig. 1 als Fortsetzung des in Fig. 2 gezeichneten Rohres V denken.)

Fig. 1 ist vollständig identisch mit der in Fig. 2 der eben erwähnten Abhandlung gezeichneten Glasluftpumpe, bis auf die Theile, welche an das Gefäss S angesetzt sind. Auf die, etwa $^1/_4\,l$ fassende abgeplattete Glaskugel ist ein Dreiwegehahn s aufgesetzt, welcher die Kugel sowohl mit der Wasserluftpumpe (durch das Rohr s''), als auch mit dem Auslassrohr s' zu verbinden gestattet.

---

[1]) A. Raps, Selbstthätige Quecksilberluftpumpe. *Diese Zeitschr. 1891. S. 256.*

[2]) Blutgaspumpen, bei welchen das Geschäft des Quecksilberhebens schon wesentlich erleichtert ist, aber doch der Experimentator beständig zugegen und aufmerksam sein muss, haben H. Kronecker, *diese Zeitschr. 1889. S. 280* und H. Hüfner, *Wied. Ann. 1. S. 629. (1877.)* beschrieben.

Das Rohr s' ist in das weitere Gefäss Y in der aus Fig. 2 zu ersehenden Weise eingeschmolzen.

Es soll nun angenommen werden, dass die Pumpe (Fig. 2) die mit ihr verbundenen Räume n, v', v so weit als nöthig leer gepumpt habe und der Dreiwegehahn s so gestellt sei, dass S und s' durch s'' mit der Wasserluftpumpe in Verbindung stehe. Dann herrscht in S ein Luftdruck, welcher der Tension des Wasserdampfes bei der jeweiligen Temperatur gleichkommt. Da die Blutgase aber nachher in dem Raume S aufgesammelt und nach vollendeter Aufsammlung in das Eudiometer Z geschafft werden sollen, so muss S ganz luftleer gemacht werden, damit nicht etwa die noch in S enthaltene Luft auch in das Eudiometer gelange.

Fig. 1.

Zu diesem Zwecke wird durch Drehung des Dreiwegehahnes s die Verbindung von S mit der Wasserluftpumpe aufgehoben und S mit s' verbunden, dann die Wippe der Pumpe mit dem Fusse oder einem untergeschobenen Brette so lange festgehalten, bis das Quecksilber S ganz erfüllt und die Luft durch s' herausgedrängt hat[1]). Nunmehr wird die Wippe losgelassen. Das Eudiometerrohr ist während dieser Zeit selbstverständlich noch nicht in Y eingesetzt. Nachdem nun die Luft aus S entfernt ist, sperrt man durch eine achtel Drehung des Hahnes s, s' gegen S ab, füllt Y ganz mit Quecksilber an und taucht das ebenfalls mit Quecksilber gefüllte Eudiometerrohr Z ganz in Y ein, indem man darauf achtet, dass Z über dem herausragenden Ende von s' steht. Dann lässt man nach Lösung des Quetschhahnes y das überflüssige Quecksilber durch y (bis zu dessen Einmündestelle) ablaufen und stellt die Verbindung zwischen der Kugel S und dem Auslassrohr s' durch passende Drehung des Hahnes s wieder her.

Die Pumpe ist nun zur Aufnahme der zu entgasenden Flüssigkeit bereit, welche in das grosse Schaumgefäss v eingelassen wird, dessen Einrichtung aus der Zeichnung genügend hervorgeht[2]). Ein grosser Vortheil der selbstthätigen Einrichtung besteht darin, dass die Räume v und v' beliebig gross gemacht

[1]) Man sperrt die Wasserleitung passend in dem Augenblicke ab, in welchem das Wasser im Luftkompressor bis an das Ende des Wasserstandrohres gestiegen ist. Der dann vorhandene Druck genügt, um das Quecksilber überzutreiben.

[2]) An Stelle des grossen Schaumgefässes können für andere Zwecke kleinere Gefässe angesetzt werden.

werden können, ohne dass die Mühe des Experimentators dadurch vermehrt wird; die Entleerung nimmt nur eine längere Zeit in Anspruch. Durch die Vergrösserung der Räume wird nicht nur eine schnellere Abgabe der Blutgase, die nach Pflüger bekanntlich von grosser Wichtigkeit ist, bewirkt, sondern auch die Gefahr des Ueberschäumens erheblich herabgesetzt. An den Schliff *n* kann ein passend gebohrter Hahn, ein Geppert'scher Messapparat oder dergleichen angesetzt werden. Das Schaumgefäss *v* hat einen sehr grossen Durchmesser und einen flachen Boden, damit eine schnelle Entleerung der Gase aus der dünn ausgebreiteten Blutschicht stattfindet und ein Einschliessen von Gas durch das ein-

Fig. 2.

getrocknete Blut möglichst vermieden wird. Das Gefäss *v* kann in ein grösseres *F* eingesetzt werden, welches, noch zu weiterer Beschleunigung der Entgasung, mit warmem Wasser gefüllt wird. Auch ein Liebig'scher Kühler *c* kann angebracht werden, welcher ein zu schnelles Eintrocknen des Blutes verhindern soll.

Eigenthümlich angeordnet ist das Trockengefäss *U*. Dasselbe ist in einem schräg gestellten Zapfen *e* luftdicht eingeschliffen und kann (auch bei höchstem Vakuum) um denselben gedreht werden. In das Gefäss wird so weit konzentrirte Schwefelsäure eingegossen, dass dieselbe (in der Stellung des Gefässes *U*) das Rohr *d* gerade berührt. Wird das Gefäss um 180° gedreht (d. h. in die in Fig. 2 gestrichelt angegebene Lage *U'* gebracht), so taucht die Mündung des Rohres *d* einige Zentimeter tief unter die Oberfläche der Schwefelsäure. Kurz bevor man nun das Blut in *v* ein-

lässt, wird das Gefäss in die Lage U' gebracht. Jetzt müssen die Blutgase, ehe sie in die Pumpe Q gelangen, durch die Schwefelsäure hindurchstreichen und gelangen vollständig getrocknet in die Pumpenkugel Q. Nachdem nun die Tension der Blutgase so gering geworden ist, dass sie die kleine Flüssigkeitssäule in U' nicht mehr zu überwinden vermag, wird U' um 180° gedreht und die Gase haben vollständig freien Zutritt zu der Pumpe. Das Rohr d ist unten etwas erweitert und abgeschrägt, damit nicht etwa ein kapillar eingezogener Flüssigkeitstropfen dasselbe verstopfen könne. Das Gas wird durch diese Vorrichtung, welche sich sehr leicht entfernen und reinigen lässt, ausgezeichnet getrocknet und macht ein zweites, mit Phosphorsäureanhydrid gefülltes Gefäss für die meisten Zwecke vollständig entbehrlich.

Nachdem nun sämmtliches Gas aus dem Blute ausgepumpt und in den Raum S geschafft ist, wird dasselbe in das Eudiometer Z übergedrückt, wobei ebenso verfahren wird, wie vorhin bei der Luftentleerung der Kugel S angegeben wurde.

Tichy's logarithmischer Tachymeter von Tichy & Ott.

Von

A. Ott in Kempten.

Dem neuen Präzisions-Tachymeter liegt der bereits 1878 von Ingenieur A. Tichy konstruirte logarithmische Entfernungsmesser zu Grunde. Wesentlich neu ist bei der vorliegenden Konstruktion die Einrichtung zum Distanzmessen. Während bei dem Tichy'schen logarithmischen Tachymeter älterer Konstruktion (*vgl. diese Zeitschr. 1885. S. 400*) das Fernrohr mit einem Okular-Filar-Schraubenmikrometer versehen sein musste, um die optisch gemessene Entfernung auf vier Dezimalstellen zu erhalten, ist bei der neuesten Konstruktion dies Mikrometerwerk durch die folgende Einrichtung entbehrlich geworden.

Fig. 1 stellt das mit dem Fadennetze bespannte Gesichtsfeld eines Theodolit-Fernrohres mit astronomischem Okular dar, dessen optische Kraft zu einer 25 bis 30maligen Vergrösserung gut hinreichen muss. Der Faden ad ist horizontal, bc unter einem Winkel von 1° 18′ 16″ gegen ad geneigt. In der Praxis kann dieser Neigungswinkel, ohne einen merklichen Fehler zu verursachen, um ± 10″ ungenau sein. a ist der Nullpunkt des Fadennetzes hinsichtlich der Entfernungsmessung. Der Abstand ab entspricht der Reichenbach'schen Konstante 100 und es ist $ab = ad$. Die 11 Vertikalfäden, von denen der mittlere auffallend dünner ist als die übrigen, haben unter einander gleiche Abstände und kreuzen sich rechtwinklig mit dem Faden ad, auf welchen das Libellensystem des Instrumentes bezogen ist. Ferner ist $cd = ab - ab/43\cdot9315$; d. h. cd ist um den Werth einer logarithmischen Einheit der zweiten Dezimalstelle kleiner als ab. Diese Einrichtung des Fadennetzes steht mit der logarithmischen Theilung der Messlatte in folgender Beziehung.

Fig. 1. Fig. 2.

Die logarithmische Lattentheilung Fig. 3 a. f. S. hat am oberen Ende eine horizontale Nullmarke, auf welche der Horizontalfaden eingestellt wird; dieselbe ist

um den Werth der additionellen Konstanten *c* (10 *m*) nach abwärts, theilungeinwärts gerückt. Von hier an sind 10 *cm* — *c* ungetheilt und dann beginnt die Skale von Einheit zu Einheit der zweiten Dezimalstelle des Logarithmus (Metermaass) in Form von schwarz mit weiss abwechselnden schiefen Kasten, deren Neigung jener des Fadens *bc* entspricht. Demnach sind Entfernungen unter 10 *m* mit dem Apparat nicht messbar. Die noch messbare grösste Entfernung ist durch die Lattenlänge begrenzt und reicht bei den üblichen drei Kategorien bis 200, 250 und 300 *m*.

Wird der horizontale Faden *ad* auf die Nullmarke der fest und vertikal stehenden Latte derart eingestellt, dass der vertikale Faden *ab* die Mittellinie der Latte deckt, so muss der schiefe Faden *bc* (eine zu kleine oder zu grosse Entfernung ausgeschlossen) zwischen zwei Marken der logarithmischen Lattentheilung liegen und der Beobachter hat nur die Einstellschraube der Alhidade des Horizontalkreises in der Richtung des Pfeiles (Fig. 1) solange wirken zu lassen, bis der schiefe Faden die nächst innere Marke genau erreicht, während der Horizontalfaden unverändert auf die Nullmarke eingestellt bleibt; letzteres wird der Fall sein, wenn das Instrument horizontirt war, und die in Anwendung gekommene Einstellschraube durch ihre Bewegung den Stand der Vertikalaxe des Instrumentes nicht im geringsten beunruhigt.

Ist die Einstellung des schiefen Fadens in der angegebenen Weise bewirkt, so hat man nachzusehen, um welches Maass sich der Vertikalfaden *ab* von der Mittellinie des Lattenbildes nach links entfernt hat. Die ersten beiden Stellen des Logarithmus der Entfernung sind die vom schiefen Faden durchschnittenen beiden Ziffern der Latte; die dritte Stelle wird an den zwischen *ab* und der Lattenmitte zum Vorschein gekommenen Vertikalfäden ausgezählt und die vierte ergiebt sich durch Zehntelschätzung zwischen der Lattenmitte und dem links nächststehenden Vertikalfaden.

Dieses von Ingenieur Tichy unter dem Namen „optischer Messkeil" eingeführte Prinzip ist einer ungemein genauen Pointirung der Lattentheilung fähig, wenn die Fadendicke genügend fein gewählt ist.[1])

Aus Rücksicht auf bessere Haltbarkeit ist statt der Spinnenfäden ein Glasmikrometer mit eingeritztem Netz gewählt worden, wodurch es möglich geworden ist, dem optischen Messkeile so die in Bezug auf Genauigkeit der Einstellung günstigere Form der Fig. 2 zu geben.

Die Latte ist in ⅂⌈ Form aus dünnen Fichtenbrettchen konstruirt. Zum Schutze der Theilung sind die beiden symmetrischen Lattenhälften an einer Scharnierreihe zum Auf- und Zuklappen eingerichtet. Behufs der sehr nothwendigen Fixirung und genauer Vertikalstellung ist die Latte mit stativfussähnlichen Stützstreben und mit Kreuzlibellen (von 1′ Empfindlichkeit für 1 *mm* Ausschlag) versehen.

Nach dieser Erörterung des Prinzips der Distanzmessung und der

Fig. 3.

[1]) Unter Voraussetzung normaler atmosphärischer Verhältnisse hängt der in der Praxis erreichbare Genauigkeitsgrad von nichts so sehr ab, als von der Uebung des Beobachters im scharfen Einstellen der beiden Fäden des optischen Keiles auf die Marken der Lattentheilung: erfahrungsgemäss erreicht ein geübter Beobachter unschwer die Genauigkeit von $\pm {}^1/_{4000}$ bis $\pm {}^1/_{5000}$ der gemessenen Entfernung.

hierfür gewählten Einrichtungen gehen wir zur Beschreibung der übrigen Theile des Apparates über.

Der Tachymeter-Theodolit

hat ein durchschlagbares Fernrohr mit Steinheil'schem dreifachen Objektiv von 24 *cm* Brennweite und 41 *mm* freier Oeffnung, achromatischem Mikrometer-Okular und 30maliger Vergrösserung. Das Fadennetz ist nach Fig. 2 auf einem 0,2 *mm* dicken Planglase eingeritzt und entspricht der Reichenbach'schen Konstante 100. Der schiefe Faden setzt nach Ueberschreitung des Punktes *c* ab und ist sodann nach Maassgabe der vollen Konstante 100 horizontal fortgesetzt. Diese Fortsetzung dient zu etwaigem Gebrauche nach Reichenbach's Methode.

Das Instrument hat einen repetirenden Horizontalkreis von 15 *cm* und einen Höhenbogen von 13 *cm* Theilungsdurchmesser. Die Winkeltheilung ist zwar nach alter (360°)-Theilung, jedoch mit dezimaler Untertheilung des Grades ausgeführt. Die Ablesung geschieht sowohl am Horizontalkreise, als am Höhenbogen mit nur je einem kleinen Mikroskope[1]), in dessen Bildebene auf einem Glasmikrometer durch eingeritzte Striche ein Gradintervall in Zehntel getheilt ist, so dass in dem durch diese Untertheilung entstehenden, scheinbar 2 *mm* breiten Zehntelgrad-Intervall eine zuverlässige Ablesung auf Hundertelgrade durch Schätzung ermöglicht ist. Jeder dritte Gradstrich der nur auf ganze Grade ausgeführten Theilung am Limbus ist beziffert, und da reichlich vier Gradintervalle in das Gesichtsfeld des Mikroskopes fallen, so ist auch die Bezifferung stets im Mikroskope direkt ablesbar.

Die Bezifferung der Winkeltheilung des Vertikalbogens ist so angeordnet, dass einer auf den Horizontalfaden des Fernrohres bezogenen horizontalen Visur bei einspielender Blase der Alhidadenlibelle des Vertikalbogens die Lesung 0° am langen Indexstrich des Mikroskopes entspricht. Von dieser Nullstellung aus ist der zum Vollkreise ergänzt gedachte Bogen in einem Sinne bis 360° beziffert, und zwar so, dass die Lesungen 0° bis 45° den Höhenwinkeln, die Lesung 315° bis 360° den Tiefenwinkeln entsprechen. Durch diese Anordnung ist jeder Irrthum bezüglich des algebraischen Zeichens des abgelesenen Winkels beseitigt, da jederzeit aus der notirten Ablesung selbst ersichtlich ist, ob der vom Horizontalfaden getroffene Objektpunkt über oder unter dem Horizonte des Instrumentes gelegen ist.

Parallel zur Gradtheilung des Höhenbogens und derselben direkt entsprechend ist auch noch eine logarithmische Theilung, vom Nullpunkte beiderseits aufgetragen. Dieselbe liefert das Element *a* zur Reduktion der logarithmisch gemessenen schiefen Distanz auf den Horizont und ist nach der Formel

$$a = \log\left(\frac{1}{\cos^2\alpha\,(1+0{,}01\,\mathrm{tang}\,\alpha)}\right)$$

konstruirt, worin α den Neigungswinkel der auf den Horizontalfaden bezogenen, nach dem Nullpunkte der vertikal stehenden Latte gerichteten Visur des Fern-

[1]) Man könnte den Vorwurf erheben, dass die Anbringung nur eines Ablesemikroskops am Horizontalkreise ein Mangel sei. Die diametrale Doppelablesung kann indess nur dann einen praktischen Werth haben, wenn der Exzentrizitätsfehler des Kreises grösser ist als $^2/_3$ des noch ablesbaren kleinsten Winkelwerthes. Da nun bei diesem Instrumente die Ablesung nur auf 0,01°, d. i. 36″, geht und der Kreis so gut zentrirt werden kann, dass der Exzentrizitätsfehler stets unter 24″ bleibt, so ist das Nichtvorhandensein eines zweiten diametralen Ablesemikroskops kein Konstruktionsfehler.

rohres bedeutet. Die Ablesung dieser logarithmischen Theilung geschieht am Indexstrich des feststehenden Mikroskopes, da dieselbe sammt ihrer Bezifferung in dasselbe Gesichtsfeld wie die Gradtheilung fällt. Sie giebt an, wieviel logarithmische Einheiten der vierten Dezimalstelle von der Lattenlesung jeweilig abzuziehen sind, um als Rest den Logarithmus der horizontalen Entfernung zu erhalten. Von Null nach beiden Seiten sind die ersten 10 Einheiten direkt aufgetragen, dann weiter Einheiten der dritten Stelle, in deren Intervallen jene der vierten Stelle durch Zehntelschätzung erlangt werden. Wenn es sich nicht zugleich auch um die Bestimmung von Höhenunterschieden handelt, braucht der Vertikalwinkel behufs Reduktion der schiefen Entfernung auf den Horizont gar nicht abgelesen zu werden und die Berechnung der horizontalen Entfernung wird eine überraschend einfache, da sie sich lediglich auf die Subtraktion der beiden Beobachtungselemente und eventuell schliesslich auf das Aufschlagen der Zahl zum Logarithmus in einer vierstelligen Logarithmentafel beschränkt.

Um eine exakte Axenrotation herbeizuführen, ist das Instrument nicht bloss mit ganz ungewöhnlich langen Vertikalaxen konstruirt, sondern auch mit einigen neuartigen Klemm- und Einstellvorrichtungen bedacht:

Fig. 4.

Die vertikalen Doppelaxen (Fig. 4) haben an den Klemmarmen je zwei im vertikalen Sinne bewegliche Gelenke, damit die immer mehr oder weniger wirbelnde Bewegung der Einstellschraubenspitze keinen störenden Seitendruck auf die Rotationsaxe ausüben könne.

Die Horizontalaxe rotirt in mit Achat gefütterten Y-Lagern, deren eines geschlitzt (Fig. 5) und mittels einer Stell- und einer Spannschraube korrigirbar ist. Damit die exakt zylindrischen stählernen Lagerzapfen der Axe während der Verpackung im Instrumentenkasten, sowie im Felde während des Uebertragens des offenen Instrumentes von einem Stande zum anderen, an dem harten Stein der Y-Lager nicht Schaden leiden können, ist die Axe an beiden Enden mittels Halbkugelbolzen, die in ihre Stirnflächen eingelassen und durch eigenartige Elevationsschrauben innerhalb eines kleinen Spielraumes auf und ab beweglich sind, zum Heben und Senken eingerichtet. Die Axe kann sonach je nach Umständen in oder ausser Kontakt mit den Lagern gesetzt und erhalten werden.

Fig. 5.

Das Libellensystem des Instrumentes besteht aus einer zur optischen Axe parallel korrigirbaren grossen und einer ebenfalls mit dem Fernrohr fest verbundenen, jedoch wieder zu dessen Horizontalaxe parallel korrigirbaren kleinen Reversionslibelle, welche zugleich zur ersten Horizontirung des Instrumentes dient; sodann aus einer gewöhnlichen Libelle an der Alhidade des Höhenbogens, welche jedesmal unmittelbar vor dem Ablesen des Bogens zum Einspielen gebracht werden soll.

Zum Zwecke der Beseitigung des Kollimationsfehlers ist das Objektiv durch Seitwärtsrücken korrigirbar eingerichtet, dadurch, dass seine Fassung oben ausserhalb der Peripherie um einen Punkt drehbar angeschraubt und unten zwischen zwei gegenüberliegenden Stellschrauben gehalten wird.

Für feinere Messungen, welche eine Genauigkeit von 0,001° des gemessenen Winkels verlangen, wird der Tachymeter-Theodolit auch mit zwei diametralen Schraubenmikroskopen konstruirt.

Das Fernrohr ist auch in diesem Falle aus konstruktiven Gründen kürzer als beim vorigen Instrumente, hat jedoch die gleiche optische Kraft, auch sonst in Allem die nämliche Einrichtung; statt des Höhenbogens ist jedoch ein Vertikalkreis vorgesehen. Beide Kreise sind gleich gross, haben 13 *cm* Theilungsdurchmesser, sind nach derselben Methode getheilt und beziffert, jedoch nicht zum Repetiren, sondern zum Verdrehen auf der Axe eingerichtet. Auch die Glasmikrometer der Mikroskope sind genau so, wie vorhin beschrieben, jedoch innerhalb 0,1° Spielraum mikrometrisch beweglich.

Fig. 6.

Das Stativ (Fig. 6) ist bei beiden Instrumenten-Kategorien gleich. Der Stativkopf ist ganz aus Metall und gewährt dem Instrumente zur letzten feinen Zentrirung einen freien Spielraum von 5 *cm* Durchmesser. Die Füsse sind aus je zwei Rundstäben zusammengesetzt und mittels Halbkugelgelenkbolzen mit dem Kopfe verbunden.

Alle Hilfsmittel, deren man im Felde bedarf (Sechseckschlüssel zu der manchmal nothwendigen Regulirung des Reibungswiderstandes in den Stativgelenken, Doppelsenkel, Messbändchen zum Messen der Instrumentenhöhe, Schraubenzieher und Justirstift) sind sämmtlich am Stativ untergebracht.

Der Instrumentenkasten ist insofern neuartig konstruirt, als das Instrument darin zwischen entsprechend angebrachten, mit belederten Kork gepolsterten Backen elastisch und derart festgehalten ist, dass es nach dem Oeffnen des Kastens ohne Weiteres zum Ergreifen und Ausheben bereit steht. Derselbe Vortheil gilt dann auch für das Einpacken. Der Kasten ist aus Lindenholz, innen polirt, und enthält einen zweiten Satz der am Stativ untergebrachten Hilfsmittel. Die Aussenseiten sind mit in Paraffin getränktem Filz und darüber mit gutem Leder überzogen. Die nöthigen Schluss- und Tragriemen sind zweckentsprechend angebracht.

Zu den vorstehend geschilderten Einrichtungen für die Feldarbeit tritt der

Auftragapparat

(Fig. 7) mit besonders dazu konstruirtem Arbeitstisch für die Verwerthung der Messungsresultate.

Der Apparat dient zum maschinellen Auftragen der im Felde nach der Polarmethode tachymetrisch aufgenommenen Einzelpunkte auf die Karte, von den

vorher im Konstruktionswege aufgetragenen Instrumenten-Standpunkten aus, über welchen der Auftragapparat zentrisch aufgestellt wird, um dann gemäss den gemessenen Richtungswinkeln um horizontalen Entfernungen die Einzelpunkte zu markiren.

Die Konstruktion beruht auf dem Prinzip, dass ein mit seiner Mantellinie auf eine horizontale starre Ebene gelegter regelrechter Kegel, in wälzende Bewegung versetzt, einen genauen Kreis beschreiben muss. In der vorliegenden konstruktiven Anordnung sind drei identische abgestutzte Kegel, jeder in einem eigenen Rahmen zwischen zwei mit Gegenmutter versehenen Spitzschrauben axial und korrigirbar gehalten, in einem gemeinsamen grossen Hauptrahmen gelenkig und derartig montirt, dass die drei Kegelaxen um ungefähr je 120° in ihrer

Fig. 7.

horizontalen Projektion auseinander stehen und sich in einem Punkte, dem „Pol" des Instrumentes genau schneiden. In Folge dessen muss der genau berichtigte Apparat konstant um den Pol rotiren, ohne dass es nothwendig ist, denselben, wie dies bei anderen bekannten Konstruktionen geschicht, an den Pol mechanisch festzunageln.

Zum Auftragen der Entfernungen und zugleich als Führungshebel zur Handhabung der rotirenden Bewegung, sowie als Mittel zur Hemmung derselben dient ein reichlich 30 *cm* langes schweres Lineal, welches in T-Form konstruirt und am Hauptrahmen gelenkig, mit seitlicher Korrektion zwischen zwei Spitzschrauben derart eingehängt ist, dass die Markirnadel des am Lineale in Falz und Nut laufenden Indexschiebers ungehindert bis in den Pol, ja selbst noch ein wenig über diesen hinaus eingestellt werden kann. Am Lineal ist an einer Seite der Nut eine Millimetertheilung, an der anderen Seite eine der letzteren korrespondirende logarithmische Längentheilung angebracht. Der Indexschieber trägt einerseits einen Nonius von 10:9, dessen Nullstrich nach der anderen Seite ganz durchgezogen ist, um zur Einstellung auf die logarithmische Skale zugleich zu dienen.

Zum Einstellen der Richtungswinkel dient ein zart ausgeformter Speichenkreis von 18 *cm* Durchmesser, welcher eine Stirntheilung auf 100 gleiche Theile

trägt. Die Axe dieses Kreises ist mit einem festen Rotationsscheibchen versehen und das Ganze in einem eigenen Rahmen abermals zwischen Spitzschrauben korrigirbar gehalten. Dieser Rahmen ist wieder mittels eines Spitzschraubenpaares am Hauptrahmen gelenkig und derart montirt, dass das Rotationsscheibchen auf den im negativen Sinne abgedrehten Absatz des in der verlängerten Richtungslinie des Lineals liegenden Kegels zu ruhen kommt, während der Kreis über den Kegel frei hinausragt. Das Scheibchen hat die Aufgabe, die Wälzung des Kegels auf den getheilten Kreis zu übertragen, und seine Dimensionen im Verhältniss zum Kegel sind so gewählt, dass es sich sammt dem Kreise 3,6 mal umdrehen muss, während der Gesammtapparat einen vollen Kreis um den Pol herum beschreibt, wodurch ein Theilungs-Intervall am Kreise genau den Werth eines Grades erlangt. Da der Umdrehungskörper, worauf das Scheibchen ruht, ein Kegel ist, so muss der Winkelindikator durch Korrektion in der Richtung seiner eigenen Rotationsaxe genau auf 360°,00 justirbar sein. Die Unterabtheilung des Grades kann nach Belieben entweder in Minuten, oder in 0,01° abgelesen werden. In gleicher Weise ist der Apparat auch für die 400-Gradtheilung verwendbar, dadurch, dass der Rahmen mit dem Theilkreis so angehängt wird, dass letzterer bei einer vollen Umdrehung des Apparates 4 Umdrehungen statt 3,6 macht.

Wird das Lineal am äusseren Ende erfasst und ein wenig gehoben, so kann damit der Apparat im Kreise gedreht werden. Diese Bewegung wird sofort gehemmt, wenn man das Lineal in dem Momente, wo der Winkelindikator das verlangte Gradmaass zeigt, auf den Plan sinken lässt. Damit die führende Hand keinen schädlichen Zug oder Schub in radialer Richtung üben könne, ist das äussere Linealende mit einem gelenkigen Handhabebügel versehen.

Der Arbeitstisch besteht aus dem eisernen Gestelle und einer vollkommen ebenen Marmorplatte, welche auf die sechs Stellschrauben einer sternförmigen, horizontirbaren und um eine Vertikalaxe drehbaren Basis zu liegen kommt. Die drehende Bewegung des Sternes sammt der Platte kann durch einen von unten wirkenden federnden Bolzen unterbrochen und die Platte in vier Quadranten fixirt werden, so dass der mit der Auftragarbeit Beschäftigte nicht nöthig hat, um den Tisch herumzugehen, sondern sich nach Bedarf eine Tischkante nach der anderen vor seinen mit Rücksicht auf die günstigste Beleuchtung gewählten Sitz bringen kann.

Der Photochronograph in seiner Anwendung zu Polhöhenbestimmungen.

Von
Dr. **Otto Knopf** in Jena.

In neuerer Zeit ist das Interesse der Astronomen in hervorragendem Maasse auf die Veränderlichkeit der Polhöhen gerichtet.

Bekanntlich hat die Erde in Folge ihrer Abplattung an den Polen die Gestalt eines Rotationsellipsoides, um dessen kleine Axe sie sich dreht. Wie die Mechanik lehrt, behält bei einer symmetrischen Vertheilung der Massen im Innern die Rotationsaxe, wenn sie einmal mit der kleinen Axe zusammenfällt, diese ihre Lage im Körper immer bei; fällt sie aber nicht genau mit der kleinen Axe zusammen, oder tritt eine Verschiebung der Massen ein, so ändert sie ihre Lage im Körper, indem sie um die benachbarte sogenannte Hauptträgheitsaxe einen Kegelmantel beschreibt. Jeder der beiden Pole wird dann auf der Erdoberfläche in einer

Kreisperipherie wandern; dabei bleibt aber die Richtung der Axe im Raum unverändert dieselbe, so dass sie immer etwa auf denselben Stern hinweist. Die Entfernung eines Punktes der Erdoberfläche von den Polen der Rotationsaxe wird daher um den Durchmesser jenes Kreises variiren können. Dieser Betrag ist freilich so klein, dass er nur mit Hilfe der subtilsten Methoden sicher gefunden werden kann; er erreicht etwa eine halbe Bogensekunde. Eine der genauesten hierfür in Anwendung gebrachten Methoden ist die Horrebow-Talcott'sche, nach der man zwei nahe gleich weit vom Zenith kulminirende Sterne wählt und mikrometrisch ausmisst, um wie viel der eine vom Zenith aus mehr nach der einen Richtung steht als der andere nach der gegenüberliegenden Richtung. Wiederholt man diese Beobachtung, wenn die geographische Breite oder Polhöhe eine etwas andere geworden ist, so wird der Zenithpunkt, wenn die beiden Sterne kulminiren, nicht mehr an dieselbe Stelle zwischen sie fallen, sondern näher nach dem einen hin und weiter von dem andern weg.

Ausser der Polhöhenänderung sind allerdings noch andere Umstände vorhanden, welche in ähnlicher Weise im Laufe der Monate eine Verschiebung der kulminirenden Sterne gegen den Zenithpunkt hervorbringen, so namentlich die Aberration; durch die Rechnung lassen sich jedoch die Einflüsse, welche von den verschiedenen Ursachen herrühren, von einander trennen, so dass man den der Polhöhenänderung zuzuschreibenden Betrag bestimmen kann.

Im *Juliheft des vorigen Jahrganges dieser Zeitschrift* ist ein von Professor Fargis erdachter Apparat, der Photochronograph, beschrieben, mittels dessen bei allen Bestimmungen, welche auf der Beobachtung von Sterndurchgängen beruhen, z. B. bei Zeitbestimmungen, der persönliche Fehler vermieden werden soll. Dieser nämliche Apparat ist nun von den Astronomen des *Georgetown College Observatory* auch zur Beobachtung der Polhöhenänderung nach der oben skizzirten Methode benutzt worden.

Das Instrument, mit dem der Photochronograph in Verbindung gebracht worden ist und welches durch nachstehende Figur veranschaulicht wird, ist in seinen wesentlichen Theilen dem Chandler'schen Almukantar nachgebildet. Es ruht mit vier durch die eiserne Fussplatte gehenden Schrauben *s* auf einem Steinpfeiler. Die Fussplatte misst zwei englische Fuss im Quadrat. Die darauf sich erhebende eiserne Säule *S* trägt auf einem Ring einen gusseisernen Trog *T* von 46 × 16 *engl. Zoll* Fläche und $1^3/_4$ *Zoll* Höhe, welcher sich um eine durch die Säule gehende vertikale Axe drehen lässt. Er dient zur Aufnahme von etwa 50 Pfund Quecksilber, auf dem eine mit einem eisernen Rahmen eingefasste, den Trog fast ganz ausfüllende Holzplatte *H* schwimmt. An seiner unteren Seite hat der Trog eine mit einem Hahn versehene Ausflussöffnung *h* zum Ablassen des Quecksilbers. Der Boden ist mit Zement ausgegossen, weil der Trog nicht aus einem einzigen Stück hergestellt ist und daher das Quecksilber sonst durch die Fugen durchdringen würde. Um die Bewegung des Quecksilbers zu mässigen, ist der Zementboden nicht geglättet und auch die schwimmende Holzplatte unten durch einen sandhaltigen Firnissüberzug rauh gemacht.

Auf der Platte sind die Lager für die Drehungsaxe des Fernrohres *F* befestigt. Ausserdem ist mit der Platte noch eine in der Figur nicht sichtbare Axe fest verbunden, die mit zwei, an ihren äusseren Enden sitzenden, nach unten gerichteten Schneiden versehen ist. Diese liegen ganz schwach, nur um die Azimuthstellung des Fernrohres zu sichern, in zwei an dem Trog befestigten justirbaren

Lagern auf. Die bereits erwähnte Fernrohraxe trägt auf der einen Seite das Fernrohr F und einen zur Klemmvorrichtung gehörigen Kreis K_1, auf der anderen einen eben solchen Kreis K_2, dann den durch ein Glühlämpchen beleuchtbaren Einstellungskreis E und noch weiter aussen ein verschiebbares, in der Figur nicht sichtbares Gegengewicht für das Fernrohr. Die beiden zur Klemmung dienenden Kreise K_1 und K_2 sind eiserne Scheiben von 1 *Fuss* Durchmesser und $^1/_2$ *Zoll* Dicke. Die Klemmung geschieht durch Druck auf die Aussenseite der Kreise an zwei gegenüberliegenden Stellen mittels der Handräder R, wie in der Figur zu sehen. Dadurch kommt das Fernrohr in feste Verbindung mit der Holzplatte.

Das Objektiv hat 6 *Zoll* Durchmesser und 3 *Fuss* Brennweite. Achromatisch ist es für die photographisch wirksamen Strahlen. In Folge seiner geringen Brennweite lässt es auf der Platte die Spur eines durch das Gesichtsfeld gehenden Sternes 7. Grösse erkennen.

Der am Okularende befindliche Photochronograph besteht eigentlich aus zwei solchen Apparaten, wie sie im *Juliheft dieser Zeitschr. 1892. S. 242* beschrieben sind. Es sind demnach zwei Elektromagnete m_1 und m_2 vorhanden, die sich gegenüber stehen, wie die Figur zeigt, und sowohl mit, als gegen einander verschoben werden können. Jeder Elektromagnet zieht in gewissen Zeitintervallen einen Anker an und lässt ihn dann wieder frei. Mit jedem Anker ist eine quer über das Gesichtsfeld reichende Zunge verbunden, die so gestellt wird, dass sie das Licht des Sternes bei seinem Durchgang durch das Gesichtsfeld für gewöhnlich abblendet und nur in jenen Intervallen auf die dahinter befindliche photographische Platte gelangen lässt. Die Entfernung der beiden Elektromagnete wird durch die Differenz der Zenithdistanzen der beiden Sterne bestimmt, da jede Zunge einen der beiden Sterne, die ihre Wege auf der Platte aufzeichnen sollen, auch abzublenden im Stande sein muss. Um dem Fall zu genügen, dass die von den Sternen beschriebenen Wege auf der Platte sehr nahe an einander fallen, liegt die eine Zunge etwas hinter der anderen, so dass sie sich ein wenig überdecken können.

Während bei der Anwendung des Photochronographen zu Zeitbestimmungen der Stromschluss jede Sekunde auf die Dauer von $^1/_{10}$ Sekunde stattfindet, ist hier, wo es sich meist um schwächere Sterne handelt, die Einrichtung so getroffen, dass der Strom nur alle zwei Sekunden und zwar auf die Dauer einer Sekunde geschlossen wird; bei der kurzen Brennweite des Objektivs würden die Bildpunkte, wenn sie jede Sekunde entworfen würden, auch zu nahe an einander fallen. Die helleren Sterne werden nur auf Bruchtheile der Sekunde exponirt. Das Auslassen dreier Punkte am Ende einer Minute und eines Punktes in der Mitte sichert die bequeme Identifizirung der übrigen Bildpunkte.

Zur Einstellung der Zunge auf den Stern dient ein Okular O mit total reflektirendem Prisma. Ist die Einstellung geschehen, so wird die Platte eingeschoben. Zur Verhinderung einer Lagenänderung wird sie durch Federn gegen den Tubus gedrückt.

Besondere Sorgfalt erfordert die Nivellirung der Axe. Zunächst horizontirt man den Trog durch die vier Fussschrauben, so dass das Quecksilber darin überall gleich hoch steht. Dann setzt man auf die Umdrehungsaxe des Fernrohres ein Niveau und bringt sie durch Verschieben des schon erwähnten Gegengewichtes in horizontale Stellung, wobei man das Niveau öfters umzusetzen haben wird. Dabei muss man Sorge tragen, dass die mit der Holzplatte fest verbundene Axe nicht mit ihren Schneiden in den auf dem Trog sitzenden Lagern ruht. Hierauf werden diese Lager, welche, wie oben bereits gesagt, justirbar sind, gehoben, so dass die Schneiden aufliegen. Durch Drehen des Instrumentes um seine vertikale Axe überzeugt man sich, ob die Horizontirung gelungen ist.

Bei den Beobachtungen nach der Horrebow-Talcott'schen Methode wird das Instrument nur im Meridian benutzt. Um es in diese Lage immer sofort wieder bringen zu können, ohne einen Horizontalkreis, den das Instrument auch gar nicht besitzt, nöthig zu haben, ist unten am Trog ein Anschlag A angebracht, der gegen eine mit der Säule in fester Verbindung stehende Schraube stösst.

Die Beobachtungen werden so angestellt, dass man zunächst die beiden

Zungen des Photochronographen in eine der Differenz der Zenithdistanzen der beiden Sterne entsprechende Entfernung zu einander bringt. Das Fernrohr stellt man mit Hilfe des Vertikalkreises auf die mittlere Zenithdistanz der beiden Sterne ein, zuerst natürlich nach der Seite hin, auf welcher der zuerst kulminirende Stern steht. Hat man diesen durch das Okular am Rande des Gesichtsfeldes erscheinen sehen, so verschiebt man die beiden Elektromagnete des Photochronographen so weit, dass der Stern von der einen Zunge verdeckt oder nicht verdeckt wird, je nachdem der Stromkreis geschlossen oder offen ist. Dann schiebt man die photographische Platte ein und lässt nun eine in den Stromkreis eingeschaltete Uhr die regelmässige Folge von Stromschluss und -Unterbrechung bewirken. Hat der Stern in einer bis zwei Minuten das Gesichtsfeld durchlaufen, so dreht man das Instrument um seine Vertikalaxe um 180° herum, worauf der zweite Stern sich in derselben Weise auf der Platte photographiren wird.

Der Abstand der beiden Punktreihen auf der Platte giebt die Differenz der Zenithdistanzen und ist mit einem Mikrometer unter dem Mikroskop auszumessen. Fügt man die Hälfte dieser Differenz zu dem Mittel der Deklinationen der beiden Sterne, so erhält man die gesuchte Polhöhe des Beobachtungsortes. Aus der Aenderung der Differenz im Lauf der Monate ergiebt sich die Aenderung der Polhöhe.

Den Maassstab für die Ausmessung der Entfernung zwischen den beiden Sternspuren liefert ebenfalls die photographische Platte und zwar durch die Intervalle der einzelnen Bilder, welche der Bewegung des Sternes in je zwei Zeitsekunden entsprechen. Würde z. B. der eine Stern am Aequator gestanden haben, so wäre die Entfernung je zweier aufeinander folgender Punkte gleich 30 Bogensekunden. Einzelne nach der Seite abweichende Punkte, die also ungleiche Entfernungen von den Nachbarpunkten haben, deuten auf das zeitweilige Vorhandensein einer lateralen Refraktion hin. Man wird daher nur aus der Messung einer grösseren Zahl von Intervallen, am besten zwischen ziemlich entfernt liegenden Punkten den Werth einer Umdrehung der Mikrometerschraube mit Sicherheit bestimmen können.

Sind die beiden Sternspuren auf der Platte einander nicht parallel, so ist das ein Beweis, dass die Axe nicht gut horizontirt war oder dass das Fernrohr in der einen Lage nicht genau im Meridian gestanden hat. Eine derartige Platte ist nicht verwendbar.

Folgen die beiden Sterne nach wenigen Minuten Zwischenzeit auf einander, so kann es vorkommen, dass das Quecksilber, welches durch die Umdrehung des Troges in Bewegung gerathen ist, bis zur photographischen Aufnahme des zweiten Sternes noch nicht ganz zur Ruhe gekommen ist. Die Punktreihe der Sternbilder wird dann die Form einer Wellenlinie haben; die mittlere Lage der Punkte lässt sich jedoch unschwer aus den Einzelmessungen finden.

Ein besonderer Vorzug des Instrumentes besteht darin, dass das Fernrohr bei der Aufnahme der beiden Sterne genau dieselbe Zenithdistanz hat, während bei den übrigen Durchgangsinstrumenten, wo das Fernrohr nicht auf einer schwimmenden Unterlage ruht, die Zenithdistanz des Rohres durch die Umdrehung des Instrumentes eine kleine Aenderung erfährt, die mit Hilfe eines Niveaus bestimmt werden muss.

Die vorläufigen Resultate der Polhöhenbestimmungen, welche der Direktor der Georgetowner Sternwarte, Professor Hagen, mittheilt, scheinen darzuthun, dass mit dem Instrument ein hoher Grad der Genauigkeit erzielt werden kann.

Ueber die Bestimmung der Korrektion für den herausragenden Faden mittels eines Hilfsrohres.

Von
Dr. **Ch. Ed. Guillaume** in Sèvres.

Im diesjährigen *Februarheft dieser Zeitschrift S. 58* kommt Herr Alfons Mahlke auf den von Dr. A. Sprung im *Jahrgange 1892. S. 69* besprochenen Gegenstand zurück, und giebt dabei eine Verbesserung des angeblich von mir erfundenen Verfahrens an. Auf die Geschichte dieses Verfahrens werde ich weiter eingehen. Zunächst etwas über die Methode selbst.

Bei der Berechnungsweise mit dem einfachen Rohr stösst man allerdings zunächst auf eine Reihe von Annäherungen, kann sie aber leicht umgehen. Es seien T' und τ die Ablesungen am Thermometer und am Korrektionsrohr, L und l ihre Gradlängen.

Die erste Annäherung giebt die Korrektion:

$$c = (T' - \tau)\frac{l}{L}.$$

Wird nun $T' + c$ anstatt T' in die Formel eingesetzt, so findet man:

$$c_2 = (T' - \tau)\left(\frac{l}{L} + \frac{l^2}{L^2}\right);$$

ebenso:

$$c_3 = (T' - \tau)\left(\frac{l}{L} + \frac{l^2}{L^2} + \frac{l^3}{L^3}\right), \text{ u. s. f.}$$

Endlich die wahre Korrektion:

$$c = (T' - \tau)\frac{l}{L - l}.$$

Die Anwendung eines aus zwei Theilen bestehenden Fadens, eines engen und eines weiten, liegt auf der Hand. Ich ging seiner Zeit nicht weiter darauf ein, weil es natürlich vortheilhaft ist, ein Korrektionsrohr ziemlich genau von denselben Dimensionen zu haben wie das Thermometerrohr, und eine viel feinere Kapillare an die gewöhnliche Kapillare eines Thermometers ohne eine Erweiterung anzuschmelzen, ist geradezu unmöglich. Bei der exakten Füllung stösst man auf andere Schwierigkeiten. Endlich wird man sehen, dass die Ablesung des Korrektionsrohrs mit eben derselben Genauigkeit geschieht wie diejenige des Thermometers selbst, bei den meisten Versuchen sogar mit einer etwas grösseren, da der Meniskus absolut ruhig ist.

Als ich auf den Gedanken kam, ein Hilfsrohr anzuwenden, hatte ich jahrelang nach einem praktischen Mittel gesucht, die Korrektion für den herausragenden Faden auszuführen. Dass man seit etwa 50 Jahren nicht wieder daran gedacht hatte, geht aus den zahlreichen Arbeiten hervor, welche den ersten Versuch nach dieser Richtung Regnault zuschreiben. Durch ein altes deutsches, jetzt wohl sehr seltenes Buch von Johann Friedrich Luz, Oberkaplan zu Gunzenhausen[1]), wurde ich auf einen kurz vorher, der *Royal Society* zu London

[1]) *Vollständige und auf Erfahrung gegründete Beschreibung von allen sowohl bisher bekannten als auch einigen neuen Barometern u. s. w., nebst einem Anhang, seine Thermometer betreffend, Nürnberg und Leipzig, Weigel und Schneider, 1784.*

vorgelegten Bericht über die Bestimmung der Fundamentalpunkte der Thermometer[1]) aufmerksam gemacht; eine Anspielung auf ein Korrektionsrohr wird von Luz, jedoch in ziemlich unklaren Worten gemacht, und zwar wird das Verfahren keineswegs empfohlen. Dem Bericht entnehme ich nun folgende Zeilen:

„*In several experiments, however; we made use of the long thermometers; but then it was necessary to make an allowance on account of the quicksilver in the tube being not heated equally with that in the ball. The better to enable us to do this, we made use of a thermometer tube filled with quicksilver in the same manner as a thermometer, only without any ball to it, or a thermometer without a ball, as we may call it.*“

Die hervorragendsten Mitglieder der Kommission waren Cavendish, Maskelyne und de Luc.

Wie dieser so einfache Gedanke mehr als ein Jahrhundert[2]) der Vergessenheit anheim fiel, wäre ein Räthsel, wenn man nicht wüsste, dass lange Zeit hindurch die Thermometrie gänzlich vernachlässigt wurde und grosse Rückschritte machte. In dem Maasse, wie die Anforderungen an die Thermometer stiegen, wurden diese Instrumente schlechter. Herr Schuster ist sogar der Meinung, Joule's erste Thermometer seien verfertigt aus einem Glase, welches jetzt noch durch das *verre dur* oder das Jenaer Glas 16 III nicht übertroffen wird.

Oftmals, in den letzten Jahren wurde der Druckkoeffizient der Thermometer neuentdeckt, während Egen (1827) ihn schon kannte, und Sabine (1829) ihn in ganz richtiger Weise bestimmte.

Schliesslich dürften noch die folgenden geschichtlichen Bemerkungen interessiren: Die Definition des Fahrenheit'schen Systems wurde von Hanow gegeben; die Réaumur'schen Grade waren etwas kleiner als diejenigen des Zentesimalsystems, endlich wurde letzteres wahrscheinlich durch Christin, *membre de l'Academie des Beaux Arts de Lyon* zum ersten Mal in der jetzigen Form angewendet.

Auf diese Weise verliert die scherzhafte Bemerkung ihre Giltigkeit, dass Deutschland das System eines Franzosen, England das eines Dänen, Frankreich das eines Schweden anwende.[3])

---

[1]) *Report of the Committee appointed by the Royal Society to consider the best method of adjusting the fixed points of thermometers. Phil. Trans., 1777.*

[2]) Dieses ist nicht genau richtig, denn Herr Renou braucht seit langer Zeit im Park St. Maur Korrektionsröhre für die Erdthermometer; es ist zu bedauern, dass er das Verfahren nicht verallgemeinerte.

[3]) Ueber die Geschichte des Thermometers siehe eine werthvolle, heute sehr seltene Abhandlung Fr. Burckhardt's: *Die wichtigsten Thermometer des XVIII. Jahrhunderts. Basel, Schulze. 1871.*

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Die Betheiligung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt an der Weltausstellung in Chicago.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die Betheiligung der Reichsanstalt an der Ausstellung verfolgt den Zweck, die wesentlichen Aufgaben und das Arbeitsgebiet der zweiten, technischen Abtheilung derselben möglichst umfassend zu veranschaulichen. In aller Vollständigkeit lässt sich dieses Ziel, der Natur mancher der hier ausgeführten Arbeiten nach, allerdings nicht erreichen und bezüglich der ersten, der physikalischen Abtheilung, überhaupt nicht ins Auge fassen. Die Aufgaben der zweiten Abtheilung zerfallen in sechs Gruppen, deren Charakterisirung aus der Art der ausgestellten Gegenstände, von denen im Folgenden zur Orientirung eine kurze Beschreibung unter Hinweis auf etwaige ausführlichere Veröffentlichungen gegeben wird, hervorgeht.

I. Gruppe für Wärme- und Druckmessung.

A. Einige Typen der thermometrischen Arbeitsnormale.

Die Thermometer sind mit Ausnahme derjenigen unter 5 und 11, als Einschlussthermometer aus Jenaer Normalthermometer-Glas XVI^{III} hergestellt. Die Thermometer 1 bis 4 und 6 bis 9 sind so eingerichtet, dass ihre Korrektionen unabhängig von anderen Thermometern bestimmt werden können. Zu diesem Zwecke enthalten die Skalen den Eis- und Siedepunkt und solche Gradintervalle, dass eine vollständige Kalibrirung auszuführen ist. An Stelle der fortfallenden Gradintervalle sind in der Kapillare Erweiterungen eingeschaltet, auch ist das Ende des Kapillarrohres mit einer Erweiterung versehen. Die Skalen sind nach der Fuess'schen Methode mittels eingeschmolzener Glasbecher befestigt. Die Reduktionen auf Luftthermometer, welche für alle Thermometer aus Glas XVI^{III} dieselben sind, finden sich angegeben in der Abhandlung von Wiebe und Böttcher: Vergleichung des Luftthermometers mit Quecksilberthermometern aus Jenaer Glas in Temperaturen zwischen 100 und 300° (*Zeitschr. f. Instr. 1890. S. 16 und 233*). Dort ist auch eine Beschreibung der Konstruktion der in sich fundamental bestimmbaren Quecksilberthermometer gegeben.

a. Normalthermometer für Temperaturen von 0 bis + 100°.

1) Fuess'sches Thermometer Nr. 246, getheilt in 0,1° von − 3 bis + 105°, Gradlänge 4,0 *mm*.
2) Richter'sches Thermometer Nr. 300, getheilt in 0,1° von − 5 bis + 52° und von 95 bis 102°; Gradlänge 5,0 *mm*.
3) Richter'sches Thermometer Nr. 301, getheilt in 0,1° von − 2 bis + 6° und von 45 bis 102°; Gradlänge 5,0 *mm*.
4) Richter'sches Thermometer Nr. 303, getheilt in 0,1° von − 0,5 bis + 0,5°, von 49,5 bis 50,5° und von 73 bis 101°; Gradlänge 6 *mm*. Dieses Instrument dient als Normal bei der Prüfung von Siedethermometern. Vgl. S. 158.
5) Normalthermometer nach Prof. Dr. Pernet in Zürich, verfertigt von C. Richter in Berlin. Dieses Instrument gestattet durch die Einschaltung von Erweiterungen diesseits und jenseits des Messrohres bei verhältnissmässig geringer Länge und grosser Empfindlichkeit Messungen in weiten Temperaturgrenzen auszuführen, ferner auch einige von der Ausdehnung des Glases herrührende wichtige Korrektionen unmittelbar zu bestimmen, was bei den gebräuchlichen Normalthermometern überhaupt nicht möglich ist. Vergl. *Patentschrift Nr. 39828 vom 5. Juli 1887.*

5a) Ein zweites Instrument dieser Art für Temperaturen von − 3° bis + 255° mit je zwei Erweiterungen auf jeder Seite des Messrohres.

b. Normalthermometer für Temperaturen zwischen 100 und 300°

6) Fuess'sches Thermometer Nr. 255, getheilt in 0,2° von − 4 bis + 4°, 47 bis 55° und 95 bis 163°; Gradlänge 2,9 *mm*.

7) Richter'sches Thermometer Nr. 302, getheilt in 0,2° von − 2 bis + 6° und von 94 bis 206°; Gradlänge 2,5 *mm*.

8) Fuess'sches Thermometer Nr. 271, getheilt in 0,5° von − 3 bis + 7°, von 93 bis 109° und von 195 bis 360°; Gradlänge 1,6 *mm*.

c. Normalthermometer für Temperaturen unter 0°.

9) Fuess'sches Thermometer Nr. 298, getheilt in 0,1° von − 52 bis + 3°, von 46 bis 53° und von 96 bis 103°; Gradlänge 4,5 *mm*.

10) Alkoholthermometer Nr. 331 von R. Fuess, getheilt in 0,5° von − 70 bis + 12°; Gradlänge 2,7 *mm*. Bei diesem Thermometer sind die Korrektionen durch direkte Vergleichung mit dem Luftthermometer bestimmt worden.

d. Hochgradiges Quecksilberthermometer mit Hilfsinstrument zur Bestimmung der Fadenkorrektion. (Für Temperaturen bis 550°.)

11) Niehls'sches Stabthermometer Nr. 60, getheilt in 1/1° von — 10 bis + 20° und von 250 bis 545°; Gradlänge 0,9 *mm*.

Das Thermometer ist aus dem Jenaer Thermometer-Glas 59*III* als Stabthermometer angefertigt und oberhalb des Quecksilbers mit trockener Kohlensäure von etwa 20 Atmosphären Spannung gefüllt. Die Skale ist nach dem Niehls'schen Verfahren auf dem Rohre eingebrannt. Die Herstellung dieser Thermometer ist beschrieben in der Abhandlung von A. Mahlke: Ueber die Verwendung der flüssigen Kohlensäure zur Herstellung hochgradiger Quecksilberthermometer (*Zeitschr. f. Instr., 1892 S. 402*).

Beigegeben ist dem Thermometer nach dem Vorgange Guillaume's ein Hilfsinstrument zur Bestimmung der Korrektion für den aus dem Hitzbade herausragenden Faden. Das Hilfsmittel gleicht einem gewöhnlichen Stabthermometer, dessen Quecksilbergefäss fadenförmig in die Länge gezogen ist. Es wird neben dem herausragenden Faden des Hauptinstrumentes so angebracht, dass sein Nullpunkt in der Nähe der Quecksilberkuppe des Fadens sich befindet; alsdann kann die gesuchte Fadenkorrektion unmittelbar an der rechten Seite des Hilfsinstrumentes abgelesen werden. Vergl.: Ueber ein Hilfsinstrument zur Bestimmung der Korrektion für den herausragenden Faden bei Quecksilberthermometern, von A. Mahlke, (*Zeitschr. f. Instr., 1893 S. 11*).

B. Thermometer mit Prüfungsbescheinigungen.

12) Siedethermometer Nr. 120. Dasselbe dient zur Messung der Seehöhe eines Ortes oder der Höhe eines Berges. Die Korrektionen sind so bestimmt, dass das Thermometergefäss sich unter dem der Temperatur entsprechenden Minderdruck befand.

13) Zwei ärztliche Maximumthermometer von C. Richter in Berlin, eins mit Stiftvorrichtung im Quecksilbergefäss und eines mit abgetrenntem Indexfaden. Zur Sicherung gegen Skalenverschiebung befindet sich aussen auf dem Umhüllungsrohr eine Strichmarke. Eine beigegebene Photographie veranschaulicht den Apparat zum Aufbringen der Strichmarken, die mittels Flusssäure eingeätzt werden.

14) Aerztliches Normalthermometer Nr. 415 von C. Richter in Berlin. Dasselbe wird zur Kontrole anderer ärztlicher Thermometer in Krankenanstalten oder seitens der Verfertiger ärztlicher Thermometer benutzt. Um ein unbemerktes Oeffnen des Thermometers zu verhindern, ist auf der Kuppe des Umhüllungs-

rohres ein Stern aufgeätzt. Nach der beigegebenen Beglaubigung übernimmt die Reichsanstalt für die Unveränderlichkeit der Angaben eine gewisse Gewähr.

15) Aerztliches Zeigerthermometer Nr. 14272 von Otto Immisch in Görlitz. Dasselbe hat in dem Gehänse ein mit Weingeist gefülltes ringförmiges Rohr, dessen Bewegung bei Aenderung der Temperatur auf dem Zifferblatt angezeigt wird. Der Appurat zur Prüfung derartiger Thermometer ist auf zwei Blättern photographisch dargestellt.

C. Andere Apparate und Prüfungsvorrichtungen.

1) Petroleumprober Pe 1463 nach Abel von Sommer & Runge in Berlin. Dieser Apparat dient zur Bestimmung des Entflammungspunktes von Petroleum und ist beschrieben in den von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission herausgegebenen Vorschriften betreffend den Abel'schen Petroleumprober u. s. w. 1883. Ein Exemplar der Vorschriften ist beigegeben.

2) Engler'scher Zähigkeitsmesser S R 109 von Sommer & Runge in Berlin. Dieser Apparat wird zur Bestimmung der spezifischen Zähigkeit der Schmieröle im Verhältniss zum Wasser benutzt. Beschrieben von Professor Dr. Engler in *Chemiker-Zeitung 1885. S. 189.* Mit Messwerkzeugen zur Ermittlung der Länge des oberen und unteren Durchmessers des Ausflussröhrchens sowie der Höhe der Niveaumarken über dem Ausflussröhrchen.

3) Schmelzbüchse und eine Anzahl gestempelter Schmelzringe. Diese Ringe, welche aus einer Legirung von mehreren Metallen in wechselnden Verhältnissen bestehen, werden in den Richard Schwartzkopff'schen Dampfkesselsicherheitsapparaten zur Anzeige von Gefahrtemperaturen benutzt, indem durch das Schmelzen der Legirung ein elektrischer Kontakt hergestellt und ein Läutewerk in Bewegung gesetzt wird. Die Reichsanstalt bewirkt die Prüfung jedes einzelnen Ringes durch Abtrennung eines kleinen Probeplättchens von demselben und beglaubigt den Schmelzpunkt des Ringes durch Aufstempeln der Schmelztemperatur nebst einem Beglaubigungsadler. Eine beigegebene Photographie veranschaulicht den Prüfungsapparat für die Probeplättchen, deren eine grössere Anzahl von gleicher Zusammensetzung gleichzeitig geprüft wird.

4) Thermometervergleichungsapparat von O. Habermann in Berlin für Temperaturen unter Null bis -80° abwärts. In Temperaturen bis -40° dienen Gemische von chemisch reinen Salzen mit feingeschabtem Eis, in tieferen Temperaturen Gemische von fester Kohlensäure mit Spiritus zur Herstellung konstanter Temperaturbäder.

5) Thermostat aus hartgelöthetem Kupfer mit Schutzmantel für Temperaturen bis 100°, von O. Habermann in Berlin. Derselbe wird mit verschiedenen zum Sieden erhitzten Flüssigkeiten beschickt, in deren Dampf die zu prüfenden Thermometer eingehängt werden. Beschrieben in: Amtliche Prüfung der Thermometer, von Wiebe. *Fresenius Zeitschrift* ***30.*** *S. 1. (1891.)*

6) Thermometervergleichungsapparat von O. Habermann in Berlin für Temperaturen bis 200°. Der Apparat wird mit Olivenoel beschickt und ist von einem mit Asbest bekleideten Schutzmantel umgeben.

7) Photographie des Apparates zur Prüfung von Quecksilber- und Federbarometern bei verschiedenen Drucken. Der Apparat ist von R. Fuess in Berlin hergestellt und kann bei Drucken zwischen 380 und 780 *mm* benutzt werden. Auf einem besonderen Blatte ist der Behälter zur Aufnahme der Goldschmidt'schen Aneroide photographisch dargestellt.

D. Zeichnungen.

1) Graphische Darstellung der Reduktionen auf Luftthermometer für Thermometer aus Jenaer Normalthermometer-Glas.

2) Graphische Darstellung des Ansteigens des Eispunktes
a. bei gewöhnlicher Temperatur,
b. nach andauernder Erhitzung auf 300°
bei Thermometern aus verschiedenen Glassorten.

3) Graphische Darstellung der elastischen Nachwirkung bei Aneroiden.

Die Instrumente unter A 4, 5, B 13 und 14, sowie die Apparate unter C 1, 2, 4 und 6 sind verkäuflich.

II. Elektrotechnisches Laboratorium.

A. Legirungen für Herstellung elektrischer Widerstände nebst zwei Kurventafeln über die Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes und Temperaturkoeffizienten von der Zusammensetzung.

(Siehe K. Feussner, Neue Materialien für elektrische Messwiderstände. *Verh. d. intern. Elektrikerkongr. z. Frankfurt a. M. 1891. II. S. 94.*)

Es sind Legirungen von Kupfer mit
1) 1,5 bis 30% Mangan,
2) 2,4 bis 94% Nickel.

Von den untersuchten Legirungen sind Proben in Form von Draht oder Blech ausgestellt.

Bei bestimmten Verhältnissen der Bestandtheile wird in beiden Gruppen der Temperaturkoeffizient sehr klein und das Material dadurch für Herstellung von Widerständen geeignet.

Mangankupfer von sehr kleinem Temperaturkoeffizienten (mit einem geringen Zusatz von Nickel) wird von der Isabellenhütte bei Dillenburg (in Nassau, Deutschland) unter dem Namen Manganin speziell für elektrische Verwendung hergestellt und eignet sich wegen seiner geringen thermoelektromotorischen Kraft gegen Kupfer namentlich für Präzisionswiderstände. Nickelkupfer mit ebenfalls sehr niedrigem Temperaturkoeffizienten wird von den Herren Basse & Selve in Altena in Westfalen unter dem Namen Konstantan in den Handel gebracht.

B. Messwiderstände nebst Zubehör.

1) Elektrische Normaldrahtwiderstände von 1000, 100, 10, 1, 0,1 *Ohm*.

(Beschr. s. K. Feussner, Die Konstruktion der elektrischen Normalwiderstände der Phys.-Techn. Reichsanstalt. Theil I. *Zeitschr. f. Instr. 1890. S. 6.*)

Bei der Konstruktion der Normalwiderstände der Reichsanstalt waren folgende Gesichtspunkte maassgebend: Der Widerstand sollte sich mit der Zeit möglichst wenig ändern, die Abgabe der Stromwärme sollte möglichst energisch sein und die Temperatur des Drahtes sollte genau ermittelt werden können. Die zeitliche Haltbarkeit der Widerstände wird dadurch bedeutend gefördert, dass man eine der angeführten zinkfreien Legirungen mit kleinem Temperaturkoeffizienten verwendet und die gewickelten Rollen vor dem genauen Abgleichen einige Stunden auf etwa 140° C erwärmt (Vgl. K. Feussner u. St. Lindeck, *Zeitschr. f. Instr. 1889. S. 233*). Die beiden anderen Bedingungen werden dadurch erfüllt, dass man den Draht auf Metallrollen aufwickelt, die zur Erzielung einer guten Isolation mif Seidenzeug beklebt sind, und den fertigen Widerstand bei der Beobachtung in ein Petroleumbad einhängt.

Mit Hilfe dieser Einrichtungen gelang es, die Genauigkeit der Messungen an Drahtwiderständen bedeutend zu erhöhen.

2. Verzweigungsbüchse mit Interpolation.

Diese Büchse ist dazu bestimmt, bei der Vergleichung nahezu gleicher Widerstände nach der Methode der Wheatstone'schen Brücke zwei Zweige zu ersetzen, während in dem dritten und vierten sich das Normal und der zu messende Widerstand befinden. Sie enthält zwei Widerstände von je 1000 *Ohm*, welche durch einen Interpolationswiderstand von 0,001 dieses Betrages, also 1 *Ohm* mit einander verbunden sind. An die Mitte des Interpolationswiderstandes (Kontakt 2) sowie an seine beiden Enden (Kontakt 1 und 3) kann mittels eines beweglichen Kontaktstückes der eine zum Galvanometer führende Draht

angelegt werden. Man kann also die Verhältnisse 1000,5 : 1000,5 sowie 1001 : 1000 und 1000 : 1001 herstellen und somit die Differenz zwischen dem Normal und dem zu vergleichenden Widerstand leicht bestimmen.

3. Petroleumbad mit Zubehör zur Vergleichung elektrischer Widerstände.

Das Bad wird so hoch mit reinem Petroleum angefüllt, dass die Kupferbügel der eingehängten Widerstände auf eine Länge von etwa 2 *cm* noch bespült werden. Eine gleichmässige Temperatur des ganzen Bades wird mittels einer durch einen kleinen Motor betriebenen Turbine erzielt, welche die Flüssigkeit in lebhafte Bewegung versetzt. Die Verbindung der einzelnen Büchsen geschieht mittels Quecksilbernäpfe.

4. Widerstände von 0,01, 0,001 (kleines Modell), 0,001 (grosses Modell) und 0,0001 *Ohm*, zur Messung starker elektrischer Ströme.

Beschreibung s. K. Feussner. Die Konstruktion der elektrischen Normalwiderstände der Phys.-Technischen Reichsanstalt. Theil II. *Zeitschr. f. Instr. 1890, S. 425.*

Diese aus Blech gefertigten Widerstände dienen zur Ermittlung hoher Stromstärken, indem die durch den zu messenden Strom an den Enden des Widerstandsbleches (also mit Ausschluss der Kupferzuleitungen) erzeugte Potentialdifferenz mit der elektromotorischen Kraft eines Normalelements nach Latimer Clark mittels des Kompensationsapparates verglichen wird. Der Widerstand von 0,0001 *Ohm* ist für Stromstärken bis zu einigen Tausend *Ampère* berechnet. Die Widerstandsbleche befinden sich in Petroleum, das durch eine von einem Motor betriebene Turbine bewegt und durch ein von Wasser durchströmtes Schlangenrohr gekühlt wird.

C. Normalelemente nach L. Clark (Form der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt vom Jahre 1890).

Beschr. s. K. Kahle. *Zeitschr. f. Instr. 1892. S. 117. Elektrot. Zeitschr., 1892. S. 407.*

Dieselben dienen als Normal für die Spannungsmessung nach dem Kompensationsverfahren (siehe unter D).

Das Zink ist nur unter einer Schicht von Zinksulfatkrystallen mit der Flüssigkeit in Berührung, damit es sich immer in gesättigter Lösung befindet. Die Paste aus schwefelsaurem Quecksilberoxydul ist in eine Thonzelle eingeschlossen und das Quecksilber durch amalgamirtes Platinblech ersetzt, damit das Element, ohne Schaden zu leiden, in jeder Lage transportirt werden kann.

D. Kompensationsapparat für Spannungsmessung.

Beschreibung siehe K. Feussner, Ein Kompensationsapparat für Spannungsmessung. *Zeitschr. f. Instr. 1890. S. 113.*

Der Apparat dient zur Messung von Spannungen mittels Kompensation in zweierlei Weise. Grössere Spannungen (über 10 *Volt*) werden direkt mit der elektromotorischen Kraft eines Normalelements verglichen; bei kleineren Spannungen wird die Vergleichung mittels einer Hilfsbatterie kleiner Akkumulatoren vorgenommen.

Ferner dient der Apparat zur indirekten Messung von Stromstärken jeder Grösse mittels der unter B 4 angeführten Abzweigungswiderstände, sowie zur angenäherten Vergleichung von Widerständen unabhängig von dem Widerstand der Zuleitungen.

Die Genauigkeit der Messungen beträgt im Allgemeinen 0,1 %. Die Grösse der gemessenen Spannungen ist aus der Einstellung des Apparats jedesmal ohne Rechnung abzulesen.

Die ausgestellten Apparate unter B, C und D sind von dem Mechaniker Herrn O. Wolff in Berlin, S.W., Alexandrinenstr. 14, zur Verfügung gestellt und verkäuflich.

III. Gruppe für optische Untersuchungen.

Diejenigen Apparate aus der optischen Unterabtheilung, welche für die Ausstellung in Frage kommen, werden in der Hauptsache von der Firma Franz Schmidt & Haensch,

welche auch für die Reichsanstalt die betreffenden Apparate geliefert hat, ausgestellt. Es sind dies:

1 Photometerbank nebst Zubehör,
1 Gleichheitsphotometer,
1 Kontrastphotometer und ferner
1 Spektralphotometer.

Diese in der Reichsanstalt konstruirten Apparate sind in der *Zeitschr. f. Instr 1889 S. 41* und *S. 461, 1890 S. 119, 1892 S. 41* und *S. 132* beschrieben.

Für die Ausstellung von Seiten der Reichsanstalt bleiben somit ausser einigen Photographien, einen Lichtapparat nach Aubert darstellend, bei welchem die Grösse des sich bewegenden Sektors während der Rotation geändert werden kann, nur einige kleinere Gegenstände übrig.

Dahin gehört zunächst eine Glühlampe mit geraden Kohlenfäden. Derartige Lampen werden für photometrische Zwecke als Vergleichslichtquellen benutzt, um die Anwendung des Entfernungsgesetzes in weiterem Umfang, als sie bei gewöhnlichen Glühlampen mit gebogenen Fäden namentlich wegen der Reflexe im Glase gestattet ist, zu ermöglichen. Die Lampen werden von der Firma Siemens & Halske hergestellt.

Ferner ist eine Hefnerlampe mit Visir nach von Hefner-Alteneck und mit optischem Flammenmesser nach Krüss zur Ausstellung gebracht, wie sie in der Reichsanstalt zur Beglaubigung gelangt (Vgl. die Vorschriften für die Beglaubigung der Hefnerlampe (erscheinen demnächst) sowie die amtlichen Berichte über die Thätigkeit der Reichsanstalt).

Da bisher auf dem Gebiete der Lichtmessung in Folge der Benutzung von Kerzen von sehr verschiedenen Leuchtwerthen als Lichtmaass in Deutschland eine sehr grosse Verwirrung herrschte, so ist durch die Beglaubigung der Hefnerlampe und die damit erfolgte Einführung eines wohl definirten, amtlich anerkannten Lichtmaasses einem grossen Bedürfniss abgeholfen worden.

IV. Unterabtheilung für präzisionsmechanische Untersuchungen und Stimmgabelprüfungen.

A. Instrumente und Apparate zur Stimmgabelprüfung.

1) Eine Präzisionsstimmgabel für den internationalen Stimmton *a* von 435 ganzen oder 870 halben Schwingungen pro Sekunde, auf Schallkasten mit Umschlussgehäuse. Dieselbe ist mit einer Genauigkeit von weniger als 0,1 Schwingung abgestimmt.

2) Eine Handstimmgabel in Etui für denselben Stimmton, doch nur als gewöhnliche Stimmgabel abgestimmt mit einer Genauigkeit von weniger als 0,5 Schwingungen.

Beide Stimmgabeln sind mit den vorschriftsmässigen Beglaubigungsstempeln versehen. Dazu gehörig je eine Prüfungsbescheinigung (Bestimmungen über die Prüfung und Beglaubigung von Stimmgabeln, *Zeitschr. f. Instr. 1888. S. 263.*). Die Gabeln sind von H. Heele in Berlin angefertigt und verkäuflich.

3) Apparat zur absoluten Zählung der Schwingungen einer Normalstimmgabel. Ein Pendel von einer nahezu $^1/_4$ Sekunde betragenden Schwingungsdauer wird von einer (nicht mit ausgestellten) astronomischen Uhr mit Sekundenkontakt auf elektromagnetischem Wege gleichzeitig in dauernder Bewegung erhalten und zwangsmässig genau auf 4 Schwingungen in der Sekunde regulirt. Auf analoge Weise erregt dieses Pendel eine grosse Stimmgabel, deren Zinken mit schweren Gewichten belastet sind, und regulirt deren Schwingungen auf genau 12 pro Sekunde; diese Gabel zwingt eine zweite, kleinere, genau 6 . 12 = 72 Schwingungen zu machen und endlich diese eine dritte, auf Schallkasten befindliche, deren 6 . 72 = 432 in der Sekunde auszuführen. Mit letzterer kann die zu prüfende Normalgabel von nahe 435 Schwingungen durch Zählung der Schwebungen verglichen werden. Die Quecksilberkontakte an den beiden Zwischenstimmgabeln sind zum Schutze gegen rasches Verderben mit Wasserspülung ver-

sehen und so eingerichtet, dass der Stromschluss im Momente des Durchganges der Zinken durch die Ruhelage erfolgt, wodurch Dauer und Epoche derselben nahezu unabhängig von der Schwingungsamplitude werden. (*Verh. der Physik. Gesellschaft, Jahrg. 9, Nr. 2 und 10.*) Der Apparat ist nach Angabe von Professor Leman in der eigenen Werkstatt der Reichsanstalt angefertigt.

4) Zwei Differenzgabeln von bez. 433,5 und 436,5 Schwingungen pro Sekunde, welche zur Abstimmung von Stimmgabeln auf den internationalen Stimmton von 435 Schwingungen dienen. Jede derselben giebt beim Zusammenklingen mit einer richtig gestimmten Gabel 1,5 Schwebungen in der Sekunde; man hat daher unter Benutzung beider Differenzgabeln nach einander nur darauf zu achten, ob der Takt der Schwebungen gleich ist oder nicht, ohne letztere selbst nach der Uhr zählen zu brauchen. (Vergl. dieselben Abhandlungen.)

5) Photographie des Obertheiles eines grossen Trommelchronographen von H. Heele in Berlin mit Sekundenregistrirung zur Zählung der Schwingungen von Stimmgabeln beliebiger Tonhöhe. (*Zeitschr. f. Instr. 1890, S. 197*).

6) Eine Reihe von Stimmgabeln aus verschiedenartigem Stahl und mit systematischen Unterschieden der Form, sämmtlich auf 435 Schwingungen abgestimmt. Dieselben haben zu Untersuchungen über die zweckmässigste Form von Orchester- bezw. Handstimmgabeln, sowie über Obertöne gedient.

B. Messinstrumente.

1. Photographie des wesentlichsten Theiles eines grossen Longitudinalkomparators für Präzisionsmessungen ersten Ranges, zur Untersuchung von Theilungsfehlern eingetheilter Maassstäbe u. dergl. Nach einem Muster von J. A. Repsold in Hamburg, ausgeführt von Sommer & Runge in Berlin.

2. Photographie eines kleineren Universalkomparators für Messungen zweiten Ranges nach eigener Konstruktion ausgeführt von C. Reichel in Berlin.

3. Photographie eines Instrumentes für Präzisionsmessungen der Dicken von Zylindern, Platten u. dergl., nach Konstruktion von Prof. Leman ausgeführt von J. Wanschaff in Berlin.

4. Photographie eines Instrumentes zur Untersuchung der Theilungsfehler eingetheilter Kreise von J. Wanschaff in Berlin nach eigener Konstruktion (Loewenherz, *Wissensch. Instr. auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung i. J. 1879 S. 74*).

5. Eine Maassstabskale von 5 *cm* Länge, aus Messing, eingetheilt in Zentimeterintervalle. Als Marken dienen hier an Stelle der sonst gebräuchlichen Striche die durch sorgfältiges Abschleifen frei gelegten kreisförmigen Querschnitte von Platindrähten von nur 0,04 *mm* Durchmesser, die zunächst auf galvanischem Wege in Kupfer eingebettet und mittels desselben in den Körper des Maassstabes eingelassen sind. Die Vortheile dieser neuen Einrichtung den Strichen gegenüber liegen in einer zweifelfreieren Auffassung seitens des Beobachters sowie in der Unveränderlichkeit des Maasses, da die Marken nicht nur auf der Oberfläche angebracht sind, sondern in die Tiefe des Materials eindringen und daher durch häufiges Abwischen nicht in ihrer gegenseitigen Lage verändert werden können. Die unmittelbare Einstellungsgenauigkeit steht nach umfassenden Versuchen derjenigen von Strichen bester Qualität nicht nach.

6. Photographie eines Instrumentes zur Messung der Biegungen und Verdrehungen zylindrischer Stäbe unter dem Einflusse verhältnissmässig geringer Kräfte. Nach Konstruktion von Prof. Leman ausgeführt theils in der eigenen Werkstatt der Reichsanstalt, theils von H. Heele in Berlin.

C. Im Anschluss hieran ausgestellt von C. Reichel in Berlin.

1. Eine Reihe genauer Kugeln aus gehärtetem Stahl zur Verwendung bei feinen Messinstrumenten entweder als Kontaktkugeln oder Lagerungskugeln für Axenbewegungen. (Loewenherz, *a. a. O. S. 179.*)

2. Zwei Libellen höchster Empfindlichkeit zur Verwendung bei Zenithteleskopen für die Beobachtungen zur Ermittlung der Veränderlichkeit der Polhöhe nach der Methode von Talcott.
3. Eine Präzisionsfassung für solche Libellen nach eigener Konstruktion. (Loewenherz, *a. a. O. S. 68.*)

Die Gegenstände unter C sind verkäuflich.

V. Mechanische Werkstatt.

A. Proben von Anlauffarben und Oefen zu deren Herstellung.

1. Ein Anlassofen mit Oelfüllung.
2. Ein einfacher eiserner Anlassofen.
3. Ein Mahagonikasten mit angelassenen Dekorationsstücken.
4. Ein Mahagonikasten mit angelassenen Medaillen und durch Druck- und Aetzverfahren hergestellten Abbildungen auf angelassenen Metallplatten.
5. Ein Mahagonikasten mit angelassenen Metallplättchen in Reihen.

Die unter 1 bis 5 aufgeführten Gegenstände und dabei angestellten Versuche sind in der *Zeitschr. f. Instr. 1889. S. 316 bis 337* eingehend beschrieben.

B. Normalgewinde nach metrischem System.

6. Ein Mahagonikästchen mit Normalgewinden in metrischer Steigung zu Befestigungsschrauben der Feinmechanik und Elektrotechnik, wie solche jetzt in Deutschland eingeführt werden. (*Zeitschr. f. Instr. 1893. S. 24.*)

VI. Chemisches Laboratorium.

Das chemische Laboratorium hat eine Anzahl rothgefärbter Glasröhren für die Ausstellung zusammengestellt als Demonstration der Prüfung von Glas auf seine chemische Widerstandsfähigkeit durch ätherische Eosinlösung.

Das zu prüfende Glas wird in Gestalt von Röhren angewandt, welche mit dem Reagens, einer Lösung von 0,1 *g* Jodeosin oder Erythrosin in 100 *ccm* wasserhaltigem Aether, gefüllt werden. Nach 24 stündiger Einwirkung entleert man die Röhren und spült sie mit Aether aus. Je mehr das Glas durch Wasser zersetzt wird (je schlechter es ist), um so mehr Jodeosin wird als Natron- oder Kalisalz auf der Oberfläche fixirt und um so intensiver ist die Rothfärbung. (Siehe F. Mylius. Die Prüfung der Oberfläche des Glases durch Farbreaktion, *Zeitschr. f. Instr. 1889. S. 50,* sowie F. Mylius und F. Foerster. Ueber die Beurtheilung des Glases zu chemischem Gebrauche, *Zeitschr. f. Instr. 1891. S. 311 u. 375.*)

Das Ausstellungsobjekt besteht aus einem flachen Holzkasten, welcher auf weissem Grunde 8 parallel nach der Färbung geordnete Glasrohre enthält. Die verschiedenen Glassorten sind durch Angabe ihrer Verwendung und ihrer chemischen Zusammensetzung bezeichnet. Die Färbungen sind etwas lichtempfindlich; der Kasten muss daher für gewöhnlich mit einem Deckel aus gelblichem Glase versehen sein.

Die in den vorstehenden Beschreibungen erwähnten Prüfungsbescheinigungen sind in einem Hefte vereinigt; zwei Bände enthalten die seit der Eröffnung der Reichsanstalt im Oktober 1887 erschienenen Veröffentlichungen aus beiden Abtheilungen derselben; ein dritter Band enthält die amtlichen Berichte über die Thätigkeit der Reichsanstalt.

Referate.

Apparat zur Demonstration der Wheatstone'schen Brückenanordnung.

Von A. Oberbeck. *Wied. Ann.* ***47.*** *S. 498. (1892.)*

Der Apparat soll dazu dienen, durch einfache und anschauliche Versuche das Grundgesetz der Wheatstone'schen Brücke nachzuweisen und Messungen mit einer für Vorlesungen hinreichenden Genauigkeit auszuführen. Er hat den grossen Vorzug, dass alle Theile, die zu der eigentlichen Stromverzweigung gehören, an einem aufrecht stehenden Brett angebracht sind, so dass sie auch aus grösserer Entfernung deutlich gesehen werden können.

Auf der oberen Kante eines vertikal gestellten Brettes ist zwischen zwei Klemmen der ein Meter lange Messdraht ausgespannt. In einer Vertiefung der Kante läuft ein Kontakt, der mit dem Galvanometer verbunden ist. Ein einarmiger Hebel drückt den Messdraht gegen eine Schneide, deren Stellung durch einen Zeiger an einer vorn angebrachten gröberen Theilung abgelesen werden kann, während ein zweiter Zeiger dem Experimentator gestattet, eine genauere Ablesung an einer hinten befindlichen Millimeterskale vorzunehmen. Auf der linken Brettkante geht oben von einem Klötzchen ein ungefähr drei Meter langer Neusilberdraht aus, der im Zickzack verläuft und zu drei Messingklötzen hinführt. Diese sind wie alle übrigen Messingtheile durch eine Unterlage aus Hartgummi isolirt. Durch einen Stöpsel kann man die Klötze leitend verbinden und dadurch das Drahtstück ausschalten, das dazwischen liegt. Auf der rechten Seite des Brettes ist genau die gleiche Anordnung. Links und rechts befindet sich an jeder Vertikalkante des Brettes unten je ein Klotz, welche beide durch einen breiten und dicken Streifen aus Messingblech verbunden sind; in der Mitte des letzteren sitzt eine Klemmschraube, die mit dem Galvanometer verbunden ist. Ueber die Ausführung der Versuche und Messungen ist a. a. O. das Nöthige mitgetheilt. *H. H.-M.*

Einige Abbildungen chemischer Apparate, syrischer und römischer, aus dem Mittelalter.

Von Berthelot. *Ann. de chim. et de phys. VI.* ***23.*** *S. 433. (1891.)*

In diesem ausführlichen Studium chemischer Geräthschaften aus dem Mittelalter geht Verfasser nicht auf die gedruckten Werke (*Theatrum chemicum*, *Bibliotheca chemica* u. s. w.), sondern auf die Manuskripte selbst, ein syrisches und zwei römische aus dem 13. Jahrhundert zurück, da die Sammelwerke durch zahlreiche Irrthümer und falsche Auffassungen oft unverständlich sind. Ein näheres Eingehen auf die in dieser Abhandlung beschriebenen Apparate würde hier zu weit führen. *W. J.*

Versilberung von Glasspiegeln.

Von A. A. Common. *The Observatory. S. 369. (1892.)*

Verfasser, der als Astronom in der Versilberung von Glasspiegeln selbst Erfahrungen gesammelt und dabei manche vortheilhafte Aenderungen des seither üblichen Verfahrens gefunden hat, giebt eine kurze Zusammenstellung der gebräuchlichsten Methoden.

Die Ehre der ersten Auffindung eines dem erwähnten Zwecke dienenden Verfahrens gebührt bekanntlich Liebig, welcher 1835 bei der Erwärmung von Aldehyd mit einer ammoniakalischen Lösung von Silbernitrat in einem Glasgefäss einen Niederschlag von metallischem Silber auf der Oberfläche des Glases erhielt.

Auch bei allen späteren Methoden wird eine ammoniakalische Lösung von Silbernitrat benutzt; der Unterschied besteht nur in den verschiedenen zur Reduktion des Silbersalzes in Anwendung gebrachten Mitteln.

Im Jahre 1861 veröffentlichte Cimeg seine Methode, die durch die Anwendung von Rochelle-Salz (weinsaures Kalinatron) als reduzirendem Mittel charakterisirt ist. Die Glasfläche wird zunächst gehörig gereinigt, was überhaupt immer das erste Erforderniss ist, wenn ein gleichmässiger Silberniederschlag erzielt werden soll, und dann mit einer $^1/_2$ prozentigen Lösung von Rochelle-Salz gewaschen. Hierauf wird eine Lösung von Silbernitrat hergestellt, so dass auf jedes Quadratmeter der zu versilbernden Fläche 25 *g*

dieser Substanz kommen, und Ammoniak so lange hinzugefügt, bis ein brauner Niederschlag sich zu bilden beginnt, worauf eine Lösung von 17 *g* Rochelle-Salz zugegossen wird. Diese Mischung wird, wenn sie anfängt sich zu trüben, während einer halben Stunde bei einer Temperatur von 20° C über die schwach geneigte Glasfläche laufen gelassen. An Stelle der ersten, schwachen Rochelle-Salzlösung nimmt Cimeg später zur Reinigung des Glases vor der Versilberung den Saft von Aepfeln, Beeren u. dergl.

Bei der Herstellung der ammoniakalischen Silbernitratlösung muss man sich vor dem manchmal auftretenden sogenannten Knallsilber hüten, da es bei der leisesten Berührung oder Erschütterung heftig explodirt; es ist an seinem dunkelgrauen, metallenen Glanz kenntlich und stellt wahrscheinlich eine Verbindung von Silber und Stickstoff vor.

Neuere Methoden rühren von Woerther, Pratt, Martin, Brashear her.

In der *Encyclopaedia Britannica, Bd.* ***16****, S. 500*, sind zwei Versilberungsverfahren angegeben, deren eines nur bei höherer Temperatur, etwa 40° C ausführbar ist, während für das andere gewöhnliche Zimmertemperatur genügt. Im ersten Fall wird die Glasfläche zunächst mit Schlemmkreide gereinigt, mit destillirtem Wasser sowie mit einer Zinnsalzlösung gewaschen und dann auf einen Tisch gelegt, dessen metallene Platte durch Dämpfe, welche unter ihm entlang geführt werden, immer auf einer Temperatur von 35 bis 40° C gehalten wird. Hat das Glas diese Temperatur angenommen, ohne dass es jedoch bereits an einigen Stellen trocken geworden ist, so übergiesst man es mit einer Lösung, die man sich auf folgende Weise herstellt. In einem halben Liter Wasser werden 100 *g* Silbernitrat aufgelöst und hierzu 62 *g* wässriges Ammoniak gegossen. Diese Mischung wird filtrirt, mit 8 *l* destillirten Wassers verdünnt und endlich noch mit einer Lösung von 7,5 *g* Weinsäure in 30 *g* destillirtem Wasser gemischt. 2,5 *l* der Lösung sind auf je ein Quadratmeter der zu versilbernden Glasfläche zu rechnen. Das Silber beginnt sofort auf der Glasplatte, welche auf der Temperatur von 35 bis 40° bleibt, sich niederzuschlagen, so dass es nach einer halben Stunde alle Stellen bedeckt. Mit einem weichen Leder wird die Oberfläche dann sorgfältig abgewischt und hierauf noch ein zweites Mal in gleicher Weise behandelt, nur thut man eine doppelt so grosse Menge Weinsäure als vorhin in die Lösung.

Das zweite Verfahren, welches in gewöhnlicher Temperatur ausführbar ist, hat zur Versilberung von Glasspiegeln astronomischer Fernrohre Anwendung gefunden. Die Reduktion des Silbernitrates geschieht hierbei durch eine Zuckerlösung. H. E. Benrath giebt folgendes Rezept: Man macht zwei Lösungen; zur Herstellung der ersten werden 800 *g* Silbernitrat und 1200 *g* Ammoniumnitrat in 10 *l* Wasser und 1,3 *kg* reines Aetznatron ebenfalls in 10 *l* Wasser gelöst. Von jeder dieser Lösungen wird ein Liter in ein 8 *l* Wasser enthaltendes Gefäss gegossen, die Bildung eines Niederschlages abgewartet und darauf das Wasser abgegossen. Die Zuckerlösung erhält man durch halbstündiges Kochen eines Gemisches von 150 *g* Hutzucker, 15 *g* Essig und 0,5 *l* Wasser. Die Lösung wird erkalten gelassen und mit Wasser bis zu 4200 *ccm* aufgefüllt. Auf jedes Quadratzentimeter der zu versilbernden Glasfläche muss man 15 *ccm* der Silberlösung und 1 bis 1,5 *ccm* der Zuckerlösung nehmen. Beide Lösungen werden zusammengeschüttet, rasch durch einander gerührt und dann über das Glas gegossen. Sogleich zeigt sich ein Niederschlag, welcher nach einander die Farben rosa, violett und schwarz annimmt, bis er nach etwa 7 Minuten wieder hell erscheint. Hierauf wischt man die Glasfläche recht sauber ab und wiederholt, weil der Silberüberzug noch sehr dünn ist, das Verfahren mit der Hälfte der Mischung. Das Abwaschen und Abwischen muss sehr sorgfältig geschehen, weil die geringste Spur zurückbleibenden Aetznatrons den Spiegel ruiniren würde.

Auf Grund eigener Erfahrung giebt Verfasser, die von G. A. Brashear im *English Mechanic.* ***31****. S. 327* beschriebene Methode etwas modifizirend, für die Zuckerlösung das Rezept an: Destillirtes Wasser mit 10% Zucker, 10% Alkohol und ½% Salpetersäure. Man benutzt am besten die Lösung erst, nachdem sie Monate lang gestanden hat. Die Lösungen des Silbernitrates und des Aetzkali werden getrennt herge-

stellt, die letztere erst vor dem Gebrauch. Diese (Brashear'sche) Methode kann jedoch nur angewandt werden, wenn die zu versilbernde Glasfläche nach unten gerichtet ist, da sonst aus der Lösung eine schlammige Masse sich auf die Fläche niederschlagen und die Bildung einer Silberschicht verhindern würde. Bei schweren Spiegeln muss daher eine Vorrichtuug getroffen sein, wodurch dieselben in der geeigneten Lage gehalten werden. Wenn das Kali weggelassen wird, bleibt die Lösung allerdings nahezu klar und es bildet sich kein Satz; immerhin hält Verfasser bei Spiegeln, die mit der Oberfläche nach oben versilbert werden sollen, die Anwendung von Rochelle-Salz für das Geeignetste.

Am besten lassen sich Glasflächen versilbern, welche schon ein oder mehrere Male versilbert waren; bisweilen ist der Silberüberzug dann so fest, dass er mit Schlemmkreide nicht wieder herunterzubekommen ist, obwohl seine Dicke vielleicht nicht über 0,1 μ beträgt. Nach des Verfassers Ansicht scheint die Natur der Flüssigkeit, mit welcher ausser destillirtem Wasser die Glasfläche vor der Versilberung behandelt worden ist, von wesentlichem Einfluss zu sein; wahrscheinlich kommt es aber nur auf die dadurch erzielte grössere oder geringere Reinheit der Glasfläche an.

Wird ein versilberter Glasspiegel vor Staub und Feuchtigkeit geschützt, so pflegt er während einer Reihe von Jahren in gutem Zustande zu bleiben, wenn auch seine Wirkung nicht mehr die gleiche ist wie unmittelbar nach der Versilberung. *Kn.*

Ein Apparat zur Prüfung der Empfindlichkeit von Sicherheitslampen.

Von Frank Clowes. *Chem. News.* ***65.*** *S. 2. (1891.)*

In einem luftdicht verschlossenen Holzkasten von etwa 100 *l* Inhalt, der verschiedene Oeffnungen zum Einführen der Gase und der zu prüfenden Sicherheitslampe besitzt, kann man bestimmte Gemische eines explosiven Gases (Methan, Leuchtgas) mit Luft herstellen; es lassen sich dann in diesem Gemisch die verschiedenen Sicherheitslampen daraufhin untersuchen, welchen Gehalt der Luft an gefährlichen Gasen die Lampen noch anzeigen. Es stellte sich heraus, dass die Lampe von Pieler, die gleichzeitig Beleuchtungszwecken dienen kann, noch 0,5 % Methan sicher anzeigt, während die Davy'sche Sicherheitslampe weniger als 3 % nicht mehr erkennen lässt. *W. J.*

Beschreibung eines neuen elektrischen Ofens.

Von H. Moissan. *Compt. Rend.* ***115.*** *S. 1031. (1892.)*

Um Temperaturen über 2000° zu erzeugen, wie sie das Knallgebläse nicht mehr liefert, verwendet der Verfasser die Hitze des elektrischen Lichtbogens. Dieselbe Idee hat auch schon W. v. Siemens zur Konstruktion eines elektrischen Schmelzofens veranlasst. Im vorliegenden Falle besteht die Heizvorrichtung aus zwei gut aufeinander passenden Stücken von gebranntem Kalk oder gebrannter Magnesia, von denen das untere eine rillenförmige Vertiefung besitzt, welche zur Aufnahme der Kohle des Bogenlichts dient. Da, wo die beiden Elektroden zusammentreffen, erweitert sich die Rille zu einem etwas grösseren Hohlraum, der die zu schmelzenden Körper aufnimmt.

Anfangs wurde der Strom durch eine Edison'sche Dynamomaschine von 4 Pferdestärken erzeugt, die 30 *Ampère* bei 55 *Volt* Spannung lieferte. Die Temperatur stieg dabei nicht über 2250°. Eine Maschine von 8 Pferdestärken ergab bei 100 *Ampère* und 45 *Volt* ungefähr 2500°. Zuletzt wurden noch Versuche mit Hülfe einer 50-pferdigen Maschine angestellt, die bei 450 *Ampère* und 70 *Volt* eine Temperatur von ungefähr 3000° lieferte. Die Temperaturen, die sich nur näherungsweise angeben lassen, sind von Violle gemessen worden, der die Beobachtungsmethode besonders veröffentlichen wird.

Bei der Temperatur von ungefähr 2500° krystallisiren die Oxyde von Kalzium, Strontium und Magnesium in ganz kurzer Zeit; bei 3000° schmilzt der Kalk und fliesst „wie Wasser“. Er wird alsdann durch die Kohle reduzirt und es bildet sich eine Verbindung von Kohle und Kalzium. Cr_2O_3 und Fe_2O_3 schmelzen bei 2250° und Uranoxyd wird bei 3000° vollständig reduzirt, so dass man in zehn Minuten ein Stück von 120 *g* Uran erhält. *Hn.*

Absorptionsspektralanalyse sehr verdünnter Lösungen.

Von O. Knoblauch. *Wied. Ann.* **43.** *S. 738. (1891.)*

Verfasser vergleicht das Absorptionsspektrum dünner Schichten von konzentrirten Salzlösungen mit denjenigen sehr verdünnter Lösungen desselben Salzes, bei denen das Produkt aus der Konzentration c und der Schichtdicke d dasselbe ist wie bei den konzentrirten Lösungen. In diesem Fall müssen nämlich die beiden Absorptionsspektra dieselben sein, wenn das Beer'sche Gesetz richtig ist. Es wurden möglichst grosse Konzentrationsunterschiede angewandt (1 : 18000); die verdünnten Lösungen befanden sich deshalb in Röhren, deren Gesammtlänge 8 *m* betrug, während die konzentrirte Lösung in ganz dünnen Schichten zwischen zwei Glasplatten eingefüllt war. Durch Drehung des Spektralapparates um eine vertikale Axe konnte man nacheinander die beiden Spektra vergleichen. Zur Beleuchtung diente eine Schuckert'sche Bogenlampe mit vorgesetzter Linse, deren Strahlen theilweise die langen Röhren passirten, theilweise durch die dünnen Schichten hindurchgingen. Auf diese Weise wurde eine grosse Menge von Salzen untersucht und es fand sich dabei das Beer'sche Absorptionsgesetz innerhalb sehr weiter Grenzen bestätigt; die scheinbaren Abweichungen sind auf chemische oder physikalische Aenderungen der Lösungen zurückzuführen. Dagegen zeigten sich die aus der Dissoziationshypothese von Arrhenius gezogenen Folgerungen als unzutreffend. *W. J.*

Astronomisch-photographische Aufnahme mit den im Handel vorkommenden Linsen.

Von W. Harkness. *Astronomy and Astrophysics. October 1892.*

Verfasser versucht die seit den wichtigen Entdeckungen, welche mit Hilfe grösserer Portraitobjektive auf dem Gebiete der Himmelsphotographie, speziell der Aufnahmen von Nebelflecken, gemacht worden sind, häufig auch von Laien aufgeworfene Frage nach der nothwendigen Beschaffenheit derartiger Objektive zu beantworten.

Der Maassstab der Aufnahmen hängt bekanntlich allein von der Brennweite eines Objektivs ab und kann leicht berechnet werden durch das Verhältniss: $1^0 = 0{,}01745$ der Brennweite. Hiernach giebt z. B. eine Linse von 8 *engl. Zoll* Brennweite den Maassstab der Argelander'schen *Uranometria Nova*, eine solche von 134,6 *Zoll* dagegen den für die Herstellung der photographischen Himmelskarte vorgesehenen Maassstab, bei welchem $1' = 1$ *mm* auf der Platte wird. Die käuflichen photographischen Linsen erreichen im Maximum etwa den vierten Theil der letzteren Brennweite.

Die relative Lichtstärke der Objektive und damit die relative Expositionszeit hängt von der Oeffnung und der Brennweite ab, und zwar bei Objekten von merklicher Ausdehnung — Nebelflecke — allein von dem Verhältniss zwischen Brennweite und Oeffnung. Bezeichnet man daher die Expositionszeit mit t, die Oeffnung mit a und die Brennweite mit f, ferner mit C' einen Expositionskoeffizienten, der experimentell bestimmt werden muss, so ist:

$$t = C' \left(\frac{f}{a}\right)^2.$$

Referent möchte hieran, sowie zu den folgenden Betrachtungen die Bemerkung beifügen, dass diese Formeln nur angenäherte sind. Bei der Vergleichung verschiedener Objektive spielen die angewandten Glassorten eine sehr wichtige Rolle, indem z. B. gerade bei Flintgläsern die Absorption der photographisch wirkenden Strahlen eine sehr verschiedene sein kann. Ferner ist die Konstruktion der Objektive von grosser Bedeutung; es ist klar, dass ein aus vier Linsen zusammengesetztes Objektiv mehr Lichtverlust durch Absorption und Reflexion im Gefolge hat als ein solches aus zweien, ein unverkittetes Objektiv mehr als ein verkittetes. Alle diese Umstände zusammengenommen können bewirken, dass die nach obiger Formel gerechneten Expositionszeiten um mehr als die Hälfte ihres absoluten Betrages von der Wahrheit abweichen.

Die Lichtstärke der Objektive für Fixsternaufnahme müsste von der Brennweite unabhängig und nur proportional dem Quadrate der Oeffnung sein. Bezeichnet man dem-

nach mit L das photographische Lichtverhältniss zweier aufeinanderfolgenden Grössenklassen, mit C'' einen dem obigen C' entsprechenden Koeffizienten und mit m die Sterngrösse, so schlägt Herr **Harkness** folgende Formel als rohe Annäherung vor:

$$t = C'' \frac{L^{(m-1)}}{a^2}.$$

Hier ist zu den oben gemachten Bemerkungen des Referenten noch beizufügen, dass bei der Abbildung von Sternen die Güte, d. h. die Bildschärfe des Objektivs von wesentlichem Einflusse auf die Lichtstärke ist. Je vollkommener die von einem Punkte kommenden Strahlen wieder in einem Punkte vereinigt werden, um so grösser wird die Lichtstärke; sie ist dem Quadrate des Durchmessers des Bildpunktes umgekehrt proportional. Dass demnach bei verschiedenen Objektiven Unterschiede der photographischen Lichtstärke bis zum Vierfachen des absoluten Betrages gegen die Berechnung vorkommen können, darf nicht verwundern. Hiermit hängt auch der Umstand zusammen, dass eine Randabblendung der Objektivöffnungen die photographische Lichtstärke (für **Fixsterne**) auch nicht annähernd in dem Maasse herabdrückt, wie man dies dem Verhältniss der Oeffnungen nach erwarten sollte. Die Randstrahlen sind eben nicht so gut vereinigt, wie die von der Mitte des Objektivs kommenden, sie tragen wesentlich nur zur Vergrösserung des Bildpunktes bei und nicht so sehr zur Vermehrung seiner Flächenintensität, welche letztere allein für die photographische Wirkung maassgebend ist. Es tritt also hier ein wesentlicher Unterschied gegen die optische Lichtstärke ein, welche wenigstens in gewisser Annäherung dem Quadrate der Blendenöffnung proportional abnimmt. Auch die sehr merkliche Abnahme der Lichtstärke (für Fixsterne) eines photographischen Objektivs mit weiterer Entfernung von der optischen Axe beruht auf dem gleichen Umstande der schlechten Verzweigung der Strahlen.

Das messbare Gesichtsfeld ist je nach der Konstruktion des Objektivs von sehr verschiedener Grösse. Für die grossen photographischen Refraktoren mit dem Brennweitenverhältnisse von 10 : 1 beträgt der Durchmesser des Gesichtsfeldes höchstens 2°,8. Das Maximum, bis zu welchem man bei guten Porträtlinsen (Brennweitenverhältniss 3 : 1) gehen kann, dürfte etwa 15° sein.

Zur Verwendung der angegebenen Formeln ist noch die Kenntniss von L oder des photographischen Lichtverhältnisses zweier aufeinanderfolgenden Grössenklassen erforderlich. Optisch beträgt dieses Verhältniss 2,5; es unterliegt aber keinem Zweifel mehr, dass dasselbe photographisch beträchtlich grösser ist. Referent hat an anderer Stelle darauf hingewiesen, dass L wahrscheinlich überhaupt nicht konstant ist, sondern mit den verschiedenen Platten und mit verschiedenen absoluten Helligkeiten variirt; indessen stimmen die bisherigen Bestimmungen dieser Grösse doch genügend überein, um einen für die vorstehenden Bestimmungen brauchbaren Mittelwerth zu bilden, als welchen Verfasser 3,36 annimmt, gebildet aus 3,66 (**Scheiner**), 3,16 (**Ellerz**) und 3,27 (**Harkness**).

Scheiner.

Turbine und Drehwaage zu Vorlesungsversuchen.

Von Eb. **Gieseler**, *Wied. Ann.* ***46.*** *S. 333. (1892.)*

Verfasser benutzt bei Versuchen, wo es sich darum handelt, eine Welle in rasche Rotation zu versetzen, eine kleine schottische Turbine, die bei einem Wasserdruck von etwa 3 Atmosphären, wie er gewöhnlich in den Wasserleitungen herrscht, bis zu 1500 Umdrehungen in der Minute macht. Der Turbinenkasten ist an einem eisernen Untergestell derart befestigt, dass man ihn um eine horizontale Axe drehen, der Turbinenwelle also in einer vertikalen Ebene jede Richtung geben kann. Der Apparat dient zu den Versuchen, welche gewöhnlich mit der Zentrifugalmaschine angestellt worden, zur Messung kleiner Zeiten mittels Induktionsfunken, die auf eine rotirende, berusste Platte überspringen, zur Demonstration des Rotationsmagnetismus, zur intermittirenden Beleuchtung mittels durchlochter Scheiben u. s. w.

Die Coulomb'sche Drehwaage benutzt der Verfasser für Vorlesungszwecke in der folgenden Gestalt. Der Torsionsfaden befindet sich in einer langen Glasröhre von etwa 3 *cm* Duchmesser; diese ist in der Nähe des unteren Endes quer durchbohrt, um den Waagebalken durchzulassen, der in der bekannten Weise auf der einen Seite eine vergoldete Hollundermarkkugel trägt. Der Waagebalken kann nach beiden Seiten der Gleichgewichtslage, welche mittels eines Zeigers oder eines von einem Spiegel reflektirten Lichtstrahls scharf markirt ist, nur etwa 2 *mm* ausschlagen. Der beweglichen Kugel kann eine zweite isolirte Kugel mittels einer geradlinigen horizontalen Führung so genähert werden, dass die Mittelpunkte beider Kugeln in derselben Höhe liegen und ihre Entfernung an einer auf der Führung angebrachten Theilung abgelesen werden kann. Die zwischen den beiden Kugeln nach der Elektrisirung in einem bekannten Abstand wirkenden Anziehungs- und Abstossungskräfte werden durch Torsion des Aufhängefadens äquilibrirt. Durch Luft- oder Flüssigkeitsdämpfung lassen sich die Schwingungen rasch beruhigen. Gegen äussere elektrische Störungen ist der Apparat durch ein Drahtgitter geschützt. *Lck.*

Ueber einen neuen Trockenschrank.

Von M. Kaehler, *Ber. d. d. chem. Ges.* **25.** *S. 3612. (1892). Chem. Ztg.* **17.** *S. 35.*

Der vom Verfasser vorgeschlagene Trockenschrank ist in üblicher Weise aus starkem Eisenblech gefertigt und mit Asbest bekleidet. Das Eigenthümliche an dem neuen Schrank ist die Heizvorrichtung. Die Flamme eines Bunsenbrenners oder einer ähnlichen Lampe befindet sich unter einer oben geschlossenen, den Boden des Trockenschrankes durchsetzenden Pyramide aus Messingblech. Zur Entfernung der Verbrennungsgase gehen von den Decken dieser Pyramide Metallröhren aus, welche innerhalb des Trockenschrankes entlang führen, an seinen Kanten emporsteigen und schliesslich über dessen oberem Dache enden. Ausser dieser Art der Wärmezuleitung findet noch eine weitere Wärmezufuhr dadurch statt, dass man die erwähnte Metallpyramide noch mit einem nach oben offenen Metallmantel umgiebt. So wird durch die von der Metallpyramide ausstrahlende Wärme ein steter im Innern des Trockenschrankes aufsteigender Luftstrom erzeugt. In seinen sonstigen Einrichtungen gleicht der neue Trockenschrank den sonst gebräuchlichen Konstruktionen. *F.*

Zur quantitativen Bestimmung des Antimons und über den Gooch'schen Tiegel.

Von Th. Paul. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **31.** *S. 537. (1892.)*

Schon vor längerer Zeit ist von Gooch (*Chem. News* **37.** *S. 181*) ein Tiegel beschrieben worden, welcher erst in jüngster Zeit allgemeiner in Aufnahme gekommen ist, da er zu vielen analytischen Operationen treffliche Dienste zu leisten vermag. Dieser Tiegel unterscheidet sich in seiner Form wenig von den sonst üblichen; seine Wandung besteht nach der neueren Ausführung aus Porzellan, während der herausnehmbare Siebboden aus Platin hergestellt ist. Diesen Tiegel kann man gleichzeitig zum Sammeln eines Niederschlages, also als Filter, auch zum Glühen des gesammelten Niederschlages verwenden; man vermeidet damit also die oft unbequemen Papierfilter, deren Kohle häufig beim Glühen auf die Niederschläge reduzirend einwirkt. Um den Tiegel zum Filtriren herzurichten, befestigt man ihn mittels geeigneten Kautschukschlauches in einem Glastrichter, der mit einer Saugflasche in Verbindung steht. Man schüttet nun einen dünnen wässrigen Brei von kurzgeschnittenem Asbest in den Tiegel und setzt die Saugpumpe in Thätigkeit. So entsteht in dem Tiegel ein gleichmässiges Asbestpolster, welches genügend dick ist, wenn die Löcher im Tiegelboden, gegen das Licht gesehen, nicht mehr durchscheinen. So hergerichtet kann der Tiegel in Verbindung mit der Saugpumpe zu raschem Filtriren grösserer Flüssigkeitsmengen dienen; das ablaufende Filtrat ist vollkommen klar. Ehe man nach dem Trocknen den Tiegel direkt über der Flamme glüht, thut man gut, ihn erst auf einem mit Asbestpapier bedeckten Drahtnetze vorzuwärmen. *F.*

Neue Form technischer Widerstände.

L'Électricien II. 4. S. 367 (1892) aus *Electrical Review.*

Von Carpenter ist kürzlich eine sinnreiche Form für technische Widerstände (Regulirwiderstände u. s. w.) vorgeschlagen worden, welche erlaubt, einen Draht von gegebenem Durchmesser mit etwa der zehnfachen Stromstärke zu belasten, als dies für frei in der Luft gespannte Drähte möglich ist.

Die Drähte werden in eine Emailschicht eingebettet, welche die eine Seite einer gusseisernen Platte bedeckt. Diese Schicht isolirt die einzelnen Drähte von einander und schützt sie gleichzeitig gegen äussere Beschädigung. Die erzeugte Stromwärme wird durch das Email an die Eisenplatte und von dieser an die umgebende Luft abgegeben. Um die Ausstrahlung zu beschleunigen, ist die Eisenplatte, nach Art mancher Oefen für Luftheizung, auf der andern Seite mit zahlreichen Rippen versehen. Auf einen Quadratdezimeter dieser Fläche soll man 130 *Watt* elektrischer Arbeit in Wärme umsetzen können. Wenn die Erfahrung zeigt, dass das Email durch die auf einander folgenden Erwärmungen und Abkühlungen nicht rissig wird, so dürfte sich diese Form von Widerständen wohl bald einführen. *Lck.*

Vereins- und Personennachrichten.

† **Gedenkfeier für Dr. L. Loewenherz.** — Am 11. März fand zum Gedächtniss des verstorbenen Direktor Dr. Loewenherz eine Erinnerungsfeier statt, welche zahlreich besucht war und einen erhebenden Verlauf nahm. Den Bericht über die Feier, mit dem Bilde des Verstorbenen, wird das nächste Heft bringen.

Patentschau.

Elektrizitätszähler für Gleich- und Wechselströme. Cie. à gaz et autres appareilles in Paris. No. 64488. Kl. 21.

Die Strommessung wird durch ein von dem Strome bewirktes Zählwerk *N* bewirkt. Um die Bewegung des Zählwerks proportional der Stromstärke zu regeln, wird durch das elektrische Triebwerk *M* ein magnetisches Feld *E* in Drehung versetzt, welches in einer mit der frei drehbar gelagerten Spule *B* eines elektrischen Kraftmessers *JB* fest verbundenen Scheibe *D* Ströme induzirt. Hierdurch wird ein Drehmoment erzeugt, welches dem in dem Kraftmesser *JB* durch den Strom erzeugten Drehmoment entgegenwirkt, so dass die Geschwindigkeit des Zählwerks *N* von dem durch den Kraftmesser fliessenden Strome abhängig ist.

Das magnetische Feld *E* kann mit der beweglichen Spule des Kraftmessers verbunden werden, in welchem Falle die Scheibe *D* von dem elektrischen Triebwerk umgedreht wird.

Ferner kann die elektromagnetische Wirkung in der Vorrichtung *DE* durch eine mechanische in der Weise ersetzt werden, dass sich ein Flügelwerk in einem Luft- oder Flüssigkeitsstrome bewegt.

Die Welle *A* der beweglichen Spule *B* des Kraftmessers wird an einem durch sie hindurch geführten Faden mittels des Armes *X*, an welchem der Faden befestigt ist, an der einstellbaren Feder *Y* aufgehängt.

Elektrizitätszähler. Von M. M. Rotten in Berlin. Vom 27. Mai 1891. No. 64486. Kl. 21.

Bei diesem Elektrizitätszähler kommt ein schwingendes System *a b c* mit mindestens drei Gelenken in Anwendung. Dieses System schwingt unter dem Einflusse von Kraft, welche zwischen zwei dieser Gelenke auftritt und dieselben einander zu nähern oder von einander zu entfernen sucht. Diese Kraft wird durch die Einwirkung des elektrischen Stromes, welche durch Elektromagnete, Eisenkerne, Spulen in bekannter Anordnung vermittelt wird, vermehrt oder vermindert. Dadurch wird die Schwingungszahl des Systems in der Zeiteinheit verändert. Diese Veränderung wird an einem Zeigerwerk so erkennbar gemacht, dass sie ein Maass für die verbrauchte Elektrizitätsmenge abgiebt.

Regelungsvorrichtung für Kohlenwalzen-Mikrophone. Von Mix & Genest in Berlin. Vom 9. Oktober 1891. No. 64636. Kl. 21.

Der Druck der einzelnen Dämpfer *f* auf die Kohlenwalzen *k*, der zunächst durch die Schrauben *n* bei jedem einzelnen geregelt wird, kann durch seitliche Verschiebung des die Dämpfer tragenden Steges für alle Dämpfer gemeinsam vermehrt oder vermindert werden.

Apparat zum Entwickeln und Fixiren photographischer Platten. Von Firma Clément & Gilmer in Paris. Vom 25. November 1891. No. 64467. Kl. 57.

Die belichteten Platten fallen unmittelbar aus einer Magazin-Kamera *C* in einen Entwicklungstrog *I*, welcher in einem an die Kamera lichtdicht angeschlossenen Kasten *A* um eine horizontale Axe drehbar angeordnet und mit einer gekrümmten Scheidewand *S* versehen ist, welche verhindert, dass beim Umkippen des Troges Flüssigkeit ausläuft. Dagegen kann die Platte über die Scheidewand *S* in einen gleich eingerichteten zweiten Trog *J* für das Fixirbad gleiten, aus welchem sie ebenfalls durch Umkippen desselben entfernt wird.

Die Tröge sind mit Rohren *T* versehen, welche einerseits bis auf den Boden derselben reichen und andererseits mit einer Saug- und Druckvorrichtung verbunden sind, um die in den Trögen enthaltenen Bäder zu erneuern.

Vorrichtung zum selbthätigen Feststellen der Glieder von Gelenkmaassstäben. Von H. Fritsch in Gross-Trabarz. Vom 20. Mai 1891. No. 64496. Kl. 42.

An jedem Gelenk ist zwischen die Glieder des Maassstabes ein federnder Schuh *C* eingelegt, dessen Ständer *D* die Maassstabglieder in gestreckter Lage festhält. Während der Drehung gleiten die Glieder auf diesen Ständern.

Selbthätig wirkender Ausschalter. Von A. Eichler in Wien. Vom 23. Januar 1892. No. 64538. Kl. 21.

Der an beiden Enden eingespannte, schwach durchgebogene Metallstreifen *a*, der von dem nichtleitenden Hebel *c* getragen wird, verbindet bei geschlossenem Stromkreis die beiden Polklemmen *P* (Fig. 1). Der Hebel *c* wird durch die mittels der Nase *n* gegen den Anschlag *e* sich stützenden Auslösehebel *f* verhindert, der Wirkung der Feder *g* zu folgen. Bei einem zu hohen Anwachsen der Stromstärke biegt sich der Metallstreifen *a*, der zu grösserer Sicherheit mit den Einkerbungen *d* und d_1 versehen ist, durch, und hebt den Hebel *f* an, so dass die Nase *n* den Anschlag *e* freilässt. Indem nun der Hebel *c* mit dem Metallstreifen *a* durch die Feder *g* hochgeschleudert wird, wird die Stromleitung zwischen den Klemmen *P* unterbrochen. (Fig. 2).

Fig. 1.

Fig. 2.

Darmsaiten-Hygrometer. Von A. Laacke in Leipzig. Vom 4. November 1891. No. 65058. Kl. 42.

Zwei an den Endpunkten fest verbundene Darmsaiten (oder eine hufeisenförmig gebogene mit gefesseltem Drall) haben ihre Schenkel bei bestimmtem Feuchtigkeitsgehalt der Luft parallel nebeneinanderliegen. Bei einer Aenderung der Luftfeuchtigkeit verdrehen sich die Schenkel windschief gegeneinander (wie gezeichnet) und übertragen diese Bewegung in bekannter Weise auf einen Zeiger *z*. Der wirksame Theil der Darmsaite lässt sich durch die verschiebbare Klammer *b* nach Bedarf verlängern oder verkürzen.

Maschine zum Winden von Schraubenfedern. Von J. C. Naudin fils in Paris. Vom 22. Dezember 1891. No. 64800. Kl. 49.

Die Drahtspule *F* und der Drahtführungsarm *H* sind auf der drehbaren Planscheibe *E* angeordnet, wodurch der Draht auf den Dorn *G* aufgewickelt wird. Der mit der Lenkerstange *J* verbundene Ring *e* dient zum Zusammendrücken des auf den Dorn *G* aufgewickelten Theiles der Schraubenfeder.

Kamera mit Vorbau für Landschaftsaufnahmen. Von E. Micklewood in Plymouth. Vom 1. August 1891. No. 64807. Kl. 57.

Bei dieser Kamera wird eine den Helligkeitsverhältnissen des Objekts entsprechende Belichtung der Aufnahmeplatte durch einen Schieber *F* bewirkt, welcher in der vorderen Wandung *A* einer das Objektiv *E* umschliessenden Dunkelkammer *D* senkrecht auf- und abbewegt wird. Die Entfernung des Schiebers von dem Objektiv ist der Brennweite des letzteren gleich.

Photographische Rollkassette. Von R. Krügener in Bockenheim. Vom 16. Oktober 1891. No. 64899. Kl. 57.

Zur Vermeidung einer Verletzung des Films *c* durch Schleifen über Flächen und Kanten wird das Brettchen *d* während des Aufrollens des Films von dem letzteren entfernt. Das Brettchen ist zwischen Leisten *r* geführt und an einer Blattfeder *g* befestigt, die mit Schlitzen auf bezw. hinter den Schrauben *q* gleitet. Das Verschieben des Brettchens *d* und mit diesem des Films *c* gegen die in der Bildebene des Objektivs angeordneten Leisten *e* wird mittels des Stempels *f* bewirkt. Stifte *k* durchlöchern hierbei den Film an der Bildgrenze.

Schraubenschlüssel. Von A. Andres in Nieder-Walluf. Vom 6. November 1891. No. 65089. Kl. 87.

Die Feststellung der Maulweite des Schraubenschlüssels erfolgt durch ein keilartig wirkendes Stück *C* (Keil oder Walze), welches durch Federwirkung in eine von der Führungsstange der verstellbaren Backen und dem Handgriff des Schlüssels gebildete Kehle $J\ M\ M_1$ eingedrückt wird.

Federzirkel mit selbthätiger Feststellvorrichtung. Von M. Ullmann in Stuttgart. Vom 22. Januar 1892. No. 65222. Kl. 42.

Eine in dem hohlen Zirkelkopf angeordnete, mit den ringförmigen Ansätzen *c* und *b* verbundene Spiralfeder treibt die beiden Schenkel *A* und *B* bei Freigabe der Sperrung auseinander. Zur Sperrung dient ein von Hand auslösbarer federnder Bügel, der durch Druck auf den Ring *a* die Schenkel in ihrer jeweiligen Lage festhält. Bei der Einstellung des Zirkels werden die beiden Schenkel mit der Hand zusammengepresst, wobei *f* auf *a* gleitet.

Photographischer Expositionsmesser. Von G. Frantz in Elbing. Vom 8. Februar 1891. No. 64513. Kl. 57.

Vor einem mit Okular und Fadenkreuz versehenen Beobachtungsrohr, welches behufs Einstellung für Platten von verschiedener Empfindlichkeit zum Ausziehen eingerichtet ist, wird eine Scheibe mit Oeffnungen von zunehmendem Durchmesser vorbeigedreht, bis das Fadenkreuz sichtbar wird. Durch eine Oeffnung in der Deckplatte kann alsdann die Expositionszeit abgelesen werden. Das durch die benachbarten Oeffnungen der Scheibe eindringende Nebenlicht wird durch eine scheerenartige Verschlussvorrichtung abgehalten.

Elektrische Bogenlampe mit von Hand regelbarer Lichtbogenlänge. Von G. A. Tolzmann in Berlin. Vom 16. Juni 1891. No. 64559. Kl. 21.

Die obere Bogenlichtkohle ruht auf waageähnlichen Schwebebalken *o*, welche durch verstellbare Gewichte *g*, oder in ihrer Spannung regelbare Federn in der Schwebe gehalten werden. Durch elektromagnetischen Einfluss (Solenoide *A B*) werden die Schwebebalken an der Aufnahmestelle der Bogenlichtkohle bald mehr und bald weniger be- und entlastet. Zur Aufnahme der frei aufruhenden Bogenlichtkohlen werden Schalen oder Stutzen *h* aus feuerbeständigem Stoff verwendet.

Elektrizitätszähler mit einstellbarem biegsamen Anschlag für den Schalthebel. Von H. Illig in Bockenheim. Vom 28. Juni 1891. No. 64560. Kl. 21.

An einem Elektrizitätszähler, bei welchem der Kern eines Stromanzeigers mit einem Körper *K* verbunden ist und dieser einem in regelmässigen Zwischenräumen bewegten Schalthebel *H* als Anschlag dient, ist die biegsame Lamelle *B* angeordnet, welche dem Körper *K* als Widerlage dient und durch eine Reihe von Schrauben *A* der Gradeintheilung des Ampèremeters entsprechend eingestellt werden kann.

Thermometer. Von A. T. Rapkin in London. Vom 5. Februar 1892. No. 65070. Kl. 42.

Neben dem Thermometerrohr befindet sich ein gleichgeschaltetes, mit gleicher Skale versehenes Rohr, das in seinem Innern ein verschiebbares Eisenstäbchen umschliesst. Durch Einstellen dieses Stäbchens vermittels eines Magneten auf die vom Thermometer angezeigte Temperatur lassen sich die jeweiligen Temperaturgrade mit denen eines früheren Zeitpunktes vergleichen.

Bogenlampe mit durch Klemmvorrichtung beeinflusster Bewegung der Kohlenhalter. Von A. Gwynne in London. Vom 29. Juli 1891. No. 64561. Kl. 21.

Die obere Kohle *K* ist zwischen zwei oder mehr mit Hauptstrom- und Nebenschlusswicklungen versehenen Spulen *A* angeordnet. Die Spulen sind derart gewickelt, dass sie ungleich starke magnetische Wirkungen auf ihre Kerne *C* und dadurch eine eckende Wirkung auf den Bügel *E* ausüben, welche die Bewegung der Kerne verlangsamt (bremst), indem die Stangen *C* des Bügels *E* sich in ihren Führungen klemmen.

Aluminiumloth zum Löthen von Aluminium und anderen Metallen ohne Zuthun eines Flussmittels, sowie Verfahren zur Herstellung desselben. Von C. Sauer in Berlin. Vom 6. August 1891. No. 64857. Kl. 49.

Das Loth besteht aus einer Legirung von 9 Theilen Aluminium, 1 bis 4 Theilen Silber und 2 bis 5 Theilen Kupfer. Dasselbe kann auch noch einen Zusatz von nur 1 Theil Zink erhalten, oder es kann in demselben das Silber durch Zinn mit oder ohne Zusatz eines höchstens 25 pCt. vom Zinngehalt betragenden Zinkgehaltes ersetzt werden. Auch kann in dem Lothe ein äusserst geringer Zusatz von Gold (auf 15 *g* der Legirung nur 0,03 bis 0,1 *g* Gold) hinzugefügt werden. An Stelle des Zinks kann auch Cadmium oder Wismuth oder eine Legirung von beiden sowie Woodmetall gesetzt werden. Zur Herstellung des Lothes werden die kleineren Quantitäten der schmelzbaren Metalle (Silber, Kupfer u. s. w.) für sich zusammengeschmolzen; ferner wird in einem Tiegel das Aluminium geschmolzen, und schliesslich werden die Metalle zur Erzielung einer innigen Legirung gut zusammengerührt.

(In einer früheren Notiz [*vgl. d. Ztschr. 1892. S. 327*] wurde als Hauptbedingung für die Löthung des Aluminiums die Anwendung eines richtigen Flussmittels angegeben. Das vorliegende Verfahren sieht von einem Flussmittel gänzlich ab. Man wird gut thun, die Angaben, solange sie sich nicht praktisch bewährt haben, mit Vorsicht aufzunehmen.)

Neuerung an Rechenmaschinen. Von W. T. Odhner. in St. Petersburg. Vom 13. November 1891. No. 64925. Kl. 42.

Um die Rechenmaschine des Patentes No. 7393 auch für Blinde benutzbar zu machen, sind auf der Aussenfläche des Gehäuses *A* (Fig. 1) erhabene Zahlen angebracht, auf welche die in Schlitzen beweglichen Handhaben je eines Zahnrades eingestellt werden. Ferner ist, um

Fig. 1. Fig. 2.

etwaige Fehler bei der Handhabung der Kurbel *C* berichtigen zu können, die Welle *B* (Fig. 2) der Zahnräder mit den auf der Welle *F* angebrachten Nummerscheiben *E* durch Vermittelung der Treibräder *x*, *y* und *z* derart in Verbindung gebracht, dass die Nummerscheiben *E* je nach dem Drehungssinn der Zählräder vor- und rückwärts bewegt werden.

Für die Werkstatt.

Einige Werkzeuge der Königlichen Eisenbahnwerkstätten. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Auf der in den Monaten September und Oktober des vorigen Jahres von der Gewerbedeputation des Magistrats zu Berlin veranstalteten Ausstellung der Fach- und Fortbildungsschulen [1]) waren auch die Lehrlingsarbeiten und Gesellenstücke der in den Königlichen Eisenbahnwerkstätten ausgebildeten Maschinenbauer ausgestellt. Es waren ausser einigen grösseren Bedarfsgegenständen des Betriebes zumeist Werkzeuge angefertigt, von denen einige hier beschrieben werden mögen.

Figur 1 mit den Nebenfiguren 2 und 3 stellt ein Rohrschneidewerkzeug dar. Dasselbe ist derartig konstruirt, dass es die Rohre von innen heraus zerschneidet. Das Schneidewerkzeug ist ein hartes Stahlrädchen *s*, welches auf einem Stift in einem Stahlklotz *k* sitzt, der rechteckigen Querschnitt hat und an der unteren Seite keilförmig abgeschrägt ist, wie Fig. 1 und 2

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

zeigt. Der Klotz *k* wird in einer entsprechenden Ausbrechung des Werkzeuges geführt und von dem Anschlage *a* gegen Herausfallen gehalten. Die Spahnstellung oder das Nachstellen des Schneiderädchens *s* wird durch Vorschieben eines zylindrischen Stabes *Z* bewirkt, welcher eine der keilförmigen Abschrägung des Klotzes *k* entgegengesetzte Anfeilung trägt und bei axialer Verstellung den Klotz zugleich mit dem Rädchen radial fortbewegt. *Z* ist in einem Hohlzylinder des Werkzeuges *W* gelagert und an seinem linken Ende mit einem Flansche *f* versehen, mit welchem er zwischen den Muttern *m* und m_1 drehbar festgelegt ist. Die Mutter m_1 ist der Kopf einer Hülse *H*, die sich mit ihrem inneren Gewinde über dasjenige des Hauptkörpers *W* schraubt, wodurch die vorerwähnte Verstellung des Zylinders *Z* erreicht ist.

Das Werkzeug ist für einen Spezialzweck eingerichtet, für das Abschneiden kurzer Rohrstücke; der aufgesetzte konische Ansatz *M* dient dabei als Anschlag gegen das Ende des abzuschneidenden Rohrstückes. Für allgemeinen Gebrauch wird man diesen Ansatz verschiebbar machen müssen. Zum handlichen Gebrauche wird es sich empfehlen, an dem Haupttheile *W* eine

[1]) Vergl. den Bericht darüber im *Vereinsblatt d. deutschen Gesellsch. f. Mech. u. Optik. 1892 Nr. 16, 18 u. 21.*

vier- oder sechskantige Aufräsung anzubringen, mittels deren das Werkzeug bequem bewegt werden kann. Ferner dürfte auch eine Aenderung des Schneiderädchens *s* zweckmässig erscheinen, dahingehend, dass man ihm einen radialen nicht bis zur Axe reichenden Ausschnitt giebt, eine Schneidekante, sodass das Werkzeug schneidend und schnell arbeitet, nicht quetschend und langsam wie im vorliegenden Falle. Die jetzige Form als Rädchen würde sich insofern wohl eignen, als man bei Abstumpfung der Schneide und Nachschleifen derselben durch Drehung des Rädchens die ursprüngliche Stellung wiederherstellen kann.

Ein ähnliches Werkzeug, eine Rohrwalze, ist in den Figuren 4, 5 und 6 dargestellt. Dasselbe hat den Zweck, unrunde Rohre durch Walzen von innen heraus zu verbessern oder aber

Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

auch Verbindungen zweier Rohre oder eines Rohres mit Deckel durch Umbörtelung mittels Festwalzen herzustellen. Es besteht, wie das zuerst beschriebene Werkzeug aus zwei Theilen *W* und *H*, von denen *H* das Gewinde, *W* die Mutter dazu enthält; *H* ist hinten als sechskantiger Kopf geformt; die Verbindung mit dem Zylinder *Z*, der durch den Kopf hindurchragt, ist nicht mittels Flansch und Gegenmutter, sondern durch den Stift *C* bewirkt, da hier eine Sicherung gegen Drehung nicht nothwendig ist. Der Zylinder *Z* läuft vorn in einen schlanken Konus aus und bewegt beim Verschieben mittels des Gewindes drei um 120° versetzte kleine Stahlrollen, die in Ausbrechungen von *W* eingepasst sind. Die Handhabung des vorliegenden Werkzeuges ist leicht ersichtlich; die bei dem oben beschriebenen Rohrschneider gemachten Verbesserungsvorschläge lassen sich auch auf die Rohrwalze anwenden.

Fig. 7.

Fig. 8.

Die Figuren 7 und 8 veranschaulichen eine Bohrknarre. Anstatt des gewöhnlichen Sperrrades, welches mit Hilfe der Sperrklinke die Drehung der Bohrspindel bewirkt, ist hier eine Kugel *K* mit Sperrzähnen versehen worden. Diese Neuerung erstrebt, die Bohrknarre auch da verwendbar zu machen, wo die Räumlichkeiten die Anwendung der einfacheren Werkzeuge nicht zulassen. Eine ähnliche Einrichtung wurde bereits in *dieser Zeitschrift 1892 S. 364* beschrieben, bei der die Bewegungsebene des Schalthebels parallel zu der früheren Richtung gelegt worden ist, ebenfalls aus dem gewöhnlich auftretenden Raummangel. Bei der vorliegenden Konstruktion ist der angestrebte Zweck noch vollkommener erreicht. Auch die Anordnung der Sperrklinke ist hier vortheilhaft; sie besteht in einem oben als Sperrzahn geformten Zylinder *A*, der durch eine Spiralfeder in die Lücken des kugligen Sperrrades gedrückt wird und viel günstiger in Anspruch genommen wird, als selbstfedernde Klinken. Die Pinole *P* dient zur Fortstellung des Bohrers, der mit seinem konischen Schaft in eine entsprechende Höhlung der Kugel eingesetzt wird.

Doppelrändchen. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Zur Erzeugung von doppelten, unter einem rechten Winkel sich kreuzenden Korden wird das nebenstehend abgebildete Werkzeug von der Firma Wilh. Eisenführ in Berlin S. empfohlen. Dasselbe besteht aus einer Doppelgabel, die zur Aufnahme zweier Kordenrädchen dienen, deren Einkerbungen schräg zu ihrer Axe und untereinander entgegengesetzt sind. Die Anordnung, die sich gut bewährt, ist so einfach und durch die Figur vollkommen erklärt, dass nichts weiter hinzugefügt zu werden braucht. Der Preis von 5,00 Mark erscheint bei der Einfachheit etwas hoch zu sein, allerdings ist das Werkzeug solide gearbeitet und die Röllchen haben eine zähe Härte.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt,** Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang. **Mai 1893.** Fünftes Heft.

Gedenkfeier für Dr. Leopold Loewenherz.

Einer Einladung des Vorstandes der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik folgend, vereinte sich am Abend des 11. März, in der Aula des Friedrich-Wilhelms-Gymnasiums in Berlin, ein grosser Theil derjenigen, welche dem im vorigen Jahre so früh verstorbenen Direktor bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Direktor Dr. Leopold Loewenherz, im Leben nahe getreten waren, zu einer Gedenkfeier für den Verewigten. Die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, des Vereins Berliner Mechaniker, die Beamten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, der Normal-Aichungs-Kommission und anderer Behörden, Verwandte, Freunde und Bekannte waren zahlreich erschienen. Von hochgestellten Personen bemerkten wir Exzellenz von Helmholtz nebst Frau Gemahlin, Präsident Weymann, Geheimrath Wehrenpfennig, Geheimrath Foerster, Geheimrath von Huber, Geheimrath Landolt, Geheimrath Kundt. Von Hamburg war der Vorsitzende der die Feier veranstaltenden Gesellschaft, Herr Dr. Krüss, sowie Herr Butenschön herbeigeeilt;

14

von Jena war Herr Prof. Abbe erschienen. Von vielen Seiten her waren Briefe und Telegramme theilnehmenden Inhalts eingelaufen, u. A. auch von Hofrath Exner in Wien, im Namen der technischen und gewerblichen Kreise daselbst. Auch die Wittwe und der Sohn des Verstorbenen wohnten der Feier bei.

Auf dem würdig dekorirten Podium erhob sich die Rednertribüne, an welcher das lebensgrosse Bildniss des Entschlafenen angebracht war. Den Beginn wie den Schluss der Feier bildete feierlicher, von einem Männerchor vorgetragener Gesang. Nachdem der einleitende Musikvortrag verklungen war, bestieg Herr R. Fuess die Rednertribüne und hielt in vom Herzen kommender und zum Herzen gehender Sprache die folgende Rede:

Hochansehnliche Versammlung!

Wenn ein Mensch, der mit uns und der unter uns lebte und mit dem uns Bande der Natur oder der Freundschaft verknüpften, durch den Tod aus unserer Mitte scheidet, so kann die Lücke, die sein Scheiden in unserem Bewusstsein entstehen lässt, eine gewaltige sein, je nach der persönlichen Stellung, die wir zu dem Verstorbenen eingenommen hatten. Am tiefsten und schmerzlichsten wird solche Lücke von denen empfunden werden, welchen der Geschiedene Gatte, Vater und Bruder war. Für die Liebe der nächsten Angehörigen ist noch lange der einsame Grabhügel der einzige Wallfahrtsort. Auf den jähen Schmerz folgt die Wehmuth und das stille, treue Gedenken. Schmerz erfüllt uns, wenn uns ein Freund und Wohlthäter entrissen wird. In häufigem Verkehr lernten wir die guten, die liebenswürdigen, auch wohl die härteren Seiten seines Charakters kennen; in den ersteren liebten wir den Freund, durch die anderen ward er uns nützlich; durch die Summe aller seiner Eigenschaften ward er uns treuer Begleiter und Berather auf dem Lebenswege. Die Stelle, die er einnahm, ist leer; wir betrauern seinen Verlust und gedenken seiner. Und wenn wir einen Freund zur ewigen Ruhe begleitet haben, der mit uns einen gleichen oder ähnlichen Lebensberuf erwählt und sich in diesem bewährt hatte, mit dem wir in gemeinsamer Arbeit zur Erreichung gemeinnütziger Ziele verbunden waren, so bleibt uns auch hier nur das Eine zu thun übrig: Treu des Mannes zu gedenken, den wir werth schätzten. Aber alle diese Empfindungen, aus welchen ein solches Gedenken entspringt, sind persönliche. Es sind Einzelempfindungen, die, wenn sie auch in verschiedener Abstufung einer grösseren Zahl von Menschen gemeinsam sind, doch für die Allgemeinheit ohne wesentliches Interesse und daher nicht geeignet sind, für die Veranstaltung einer öffentlichen Gedenkfeier eine zureichende Grundlage zu bilden. Es müssen noch andere Ursachen als nur die Empfindungen der Liebe, der Freundschaft, der Dankbarkeit und Werthschätzung für einen Dahingeschiedenen vorhanden sein, wenn wir berechtigt sein sollen, ihm eine öffentliche Gedenkfeier zu widmen. Durch eine solche Feier sollen wir den Nachweis erbringen, dass die Allgemeinheit von dem gesammten Wirken des Gefeierten einen über das Maass der Leistungen eines Einzelnen weit hinausragenden Nutzen hatte, — wohl verstanden einen ideellen Nutzen, so dass die Allgemeinheit ein Interesse daran hat, dieses Wirken als Ganzes der Gegenwart vor Augen geführt zu sehen. — In solchem Falle befinden wir uns hier. Wir haben Sie, hochansehnliche Versammlung, geladen, um Ihnen ein Lebensbild zu entwerfen von einem Manne, dem es leider nicht vergönnt war, die Lebensdauer, wie sie der Psalmist angiebt, zu vollenden, der in der Vollkraft der Jahre abgerufen wurde, dessen Leben aber doch köstlich

gewesen ist, denn es ist Mühe und Arbeit gewesen. Allein — und dies ist das Entscheidende für unsere Feier gewesen — diese Mühe und diese Arbeit hatte nicht die Förderung der eigenen Interessen zum Zweck und Endziel. Es war eine der Allgemeinheit und deren Interessen gewidmete Lebensarbeit, und diese Lebensarbeit war keine durch den ursprünglichen Beruf gegebene und begrenzte, sondern sie wurde stets dort geboten, wo sie am nöthigsten erschien, und wurde dargeboten mit einer so vollständigen Hingabe an die gestellte Aufgabe, wie wir sie nur selten finden. Die selbstlose Hingabe an eine gemeinnützige Arbeit ist eine derjenigen Eigenschaften, in denen uns der Dahingeschiedene als Vorbild dienen soll.

Wenn es zum Theil richtig ist, dass jedes Menschen Art beeinflusst wird durch die Verhältnisse, unter denen er seinen Entwicklungsgang beginnt, so ist die Kenntniss dieser Verhältnisse in erster Linie von Wichtigkeit. Sehen wir zu, welcher Art diese Verhältnisse in diesem Falle waren.

Leopold Loewenherz, am 31. Juli 1847 zu Czarnikau in Posen geboren, verdankt Alles, was er war, seiner eigenen Thatkraft und seiner hervorragenden Begabung; denn aus einer einfachen jüdischen Handwerkerfamilie stammend — sein Vater war Steinmetz — konnte ihm von seinen Eltern nichts mit auf den Lebensweg gegeben werden als eine sorgfältige sittliche und wissenschaftliche Erziehung, — ich sage: nichts als dies; denn mag es auch für den Menschen als solchen sehr viel und sogar das Hauptsächlichste sein, für den Mann, der eine leitende Stellung in seinen Kreisen einzunehmen berufen ist, bedeutet dies noch herzlich wenig. Loewenherz sollte nach dem Wunsche seines Vaters auch selbst wieder ein Handwerker werden, und so musste er das Realgymnasium in Posen, wohin die Familie aus seiner Geburtsstadt übergesiedelt war, mit dem Primanerzeugniss verlassen, um in die väterliche Werkstatt einzutreten. Er ergriff seinen neuen Lebensberuf mit dem Eifer und dem Interesse, welches er bis an sein Lebensende für alle handwerkliche Thätigkeit empfunden und bethätigt hat; aber die Schwäche seiner Augen und mehr noch die dringenden Vorstellungen des Schuldirektors Brennecke, der die in dem Knaben schlummernden Anlagen frühzeitig erkannt hatte, bewogen seine Eltern, ihn wieder zur Schule zurück zu schicken. Trotzdem er derselben während eines halben Jahres fern geblieben war, gelang es ihm doch, nach anderthalb Jahren das Abiturientenexamen mit Auszeichnung zu bestehen. Loewenherz wandte sich hierauf nach Berlin, wo er ein halbes Jahr die Gewerbeakademie besuchte und sich gleichzeitig darauf vorbereitete, das Reifezeugniss eines Gymnasiums zu erlangen. Zu diesem Zwecke kehrte er wieder nach Posen zurück und begab sich nochmals auf die Schulbank in das Maria-Magdalenen-Gymnasium — freilich nicht auf lange Zeit; denn der Ausbruch des preussisch-österreichischen Krieges veranlasste die Behörden, schon wenige Wochen nach Beginn des Semesters das Examen abzuhalten. Loewenherz, obschon er kaum drei Viertel Jahre Zeit gehabt hatte, die Lücke zwischen Realschule und Gymnasium auszufüllen, bestand das Examen so glänzend, dass der Kardinal Erzbischof Ledochowski bei der Entlassungsfeier ihm seine besondere Anerkennung aussprach. Jetzt wandte sich Loewenherz wieder nach Berlin und besuchte nunmehr an der Universität die mathematischen und physikalischen Vorlesungen von Dove, Foerster, Kronecker, Kummer, Magnus, Poggendorff, Quincke und Weierstrass. Diese Zeit des Studiums war für Loewenherz zugleich die Schule des Lebens, in der er lernte, auf eigenen Füssen zu stehen und, auf die eigene Kraft angewiesen, seine Ziele zu erstreben. Nur mit einem spärlichen

Zuschusse vom elterlichen Hause versehen, musste er sich seinen Lebensunterhalt selbst erwerben und durfte daneben auch seine Studien nicht vernachlässigen. Da lernte der 19jährige Jüngling, was es heisst, den Kampf mit dem Dasein führen; aber aus dieser an Entbehrungen so reichen Jugend- und Prüfungszeit bildete sich eine der edelsten Seiten seines Charakters heraus, das tiefe und innige Mitgefühl für alle mit der Ungunst materieller Sorgen ringenden jungen Männer, ein Mitgefühl, welches die Triebfeder so vieler edlen Bestrebungen des gereiften Mannes wurde. Es sei mir gestattet, gleich an dieser Stelle ein solches Beispiel der helfenden Liebe anzuführen. Als ich vor nunmehr 6 Jahren bei einer anderen Gedenkfeier im Saale des Rathhauses die Begründung der Fraunhofer-Stiftung verkünden durfte, aus deren Mitteln seither schon manchem strebsamen jungen Talente Hilfe zu Theil wurde, da haben wohl Wenige gewusst, dass mit diesem Werke zugleich auch unserem Loewenherz ein Denkstein errichtet wurde. Er war ja der Urheber und Förderer dieser Stiftung. Er hatte aber auch an sich selbst einmal erfahren, wie einem von materiellen Sorgen bedrückten Jünger der Wissenschaft zu Muthe ist, wenn einmal eine unerwartete Hilfe in der Noth eintritt, und hat in späteren Jahren oft seinen Vertrauten erzählt, dass er sich für einen Krösus gehalten habe, als er im Jahre 1868 an der Berliner Universität den 25-Dukaten-Preis für eine mathematische Arbeit errungen hatte. Trotz materieller Sorgen hatte Loewenherz noch die Musse, sich um die allgemeinen Angelegenheiten, welche damals die Berliner Studentenschaft bewegten, zu bekümmern, und er war in den Studentenversammlungen jener Zeit ein häufiger und gern gesehener Redner.

Wir sind jetzt an einem wesentlichen Lebensabschnitt angelangt, dem Eintritt in eine amtliche Thätigkeit. Loewenherz kommt im Sommer 1870, kurz nachdem er auf Grund einer Arbeit aus der synthetischen Geometrie an der hiesigen Universität zum Doktor der Philosophie promovirt war, als Hilfsarbeiter an die Kaiserliche Normal-Aichungs-Kommission. Er bringt in diese Thätigkeit die Ergebnisse seiner ernsten Jugendzeit mit, Anspruchslosigkeit, eisernen Fleiss, rastlose Energie, wenn es sich um die Verfolgung einer einmal vorgenommenen Arbeit handelt, und Verständniss für die Verhältnisse gewerblicher Thätigkeit und Produktion. Aber eins fehlte ihm noch zunächst wohl gänzlich für eine amtliche Thätigkeit, die formale Schulung zum Beamten.

Wenn man davon spricht, dass ein Mensch „Glück hat“ im Leben und wenn man dies „Glück haben“ dahin definiren darf, dass er durch die Gunst der Umstände in diejenige Wirkungssphäre geräth, die seinen Fähigkeiten und seiner Eigenart am meisten Spielraum gewährt, so hat Loewenherz gleich im Anfange seiner Laufbahn solches Glück im reichsten Maasse gehabt. Seine Thätigkeit wurde geleitet von einem Chef, welchem neben einer verantwortungsvollen wissenschaftlichen Thätigkeit umfassende organisatorische Aufgaben gestellt waren, für deren erfolgreiche Durchführung er der Mitwirkung von Männern nicht entrathen konnte, welche die gestellten Einzelaufgaben in seinem Sinne, das heisst mit einem weiten Blick für das Ganze, erfassten und durchführten. Eine solche freie, wir möchten sagen, wissenschaftliche Amtsthätigkeit, bei welcher der Form eine untergeordnete Bedeutung beigemessen werden durfte, war ganz den damaligen Fähigkeiten und Neigungen des jungen Loewenherz entsprechend, und wenn er in den ersten Jahren seiner Thätigkeit bei der häufigen Berührung mit Beamtenkreisen, deren enger begrenztes Arbeitsgebiet und steter Verkehr mit dem gewerbtreibenden Publikum zur strengsten Beobachtung amtlicher Formen nöthigte, —

wenn er anfangs mit diesen Formen zeitweilig in Konflikt gerieth, so waren diese Vorkommnisse ganz dazu angethan, ihm auch die fehlenden amtlichen Formen bald geläufig zu machen, und diese Entwicklung ist ihm in seiner späteren Zeit in eminenter Weise zu Gute gekommen.

Wir finden den jungen Hilfsarbeiter zunächst mit wissenschaftlichen Rechnungen und Beobachtungen auf dem Gebiet des Messens und Wägens beschäftigt, als deren eine Frucht eine kritische Untersuchung *„Ueber die Veränderlichkeit von Platingewichten“* durch ihre Veröffentlichung in den *„Metronomischen Beiträgen“* weiteren Kreisen bekannt geworden ist. Aber bald traten andere Aufgaben an ihn heran, welche ihn mit den Anforderungen des praktischen Lebens an die Genauigkeit der Angaben instrumenteller Einrichtungen bereits in einer Zeit bekannt werden liessen, in welcher diese Anforderungen nur in wenigen vereinzelten Fällen sehr hohe waren. So wurde ihm schon dasjenige Arbeitsgebiet näher gerückt, dem er seine fernere Lebenszeit in immer steigendem Maasse gewidmet hat. Damals handelte es sich um die Ermittlung der Grenzen, in denen der kurz zuvor von Siemens konstruirte Alkoholmessapparat zuverlässige, auch für steuerfiskalische Zwecke verwendbare Angaben macht. Die Ergebnisse dieser, mehrere Jahre umfassenden angestrengten Thätigkeit, welche in einer besonderen Denkschrift niedergelegt worden sind, haben zu mehrfachen Verbesserungen und schliesslich zur Einführung dieses fiskalisch wichtigen, in konstruktiver Beziehung überaus interessanten Apparates geführt. Diese Thätigkeit ist es wohl, bei welcher zuerst die Bedeutung kritischer Untersuchungen von Apparaten und Instrumenten auch für die Bedürfnisse des praktischen Lebens dem jungen Hilfsarbeiter entgegentrat und es ihm zum Bewusstsein kommen liess, wie nothwendig ein Zusammenwirken der Instrumententechnik und der wissenschaftlich-kritischen Erforschung ihrer Erzeugnisse ist, um in gleicher Weise dem Erwerbsleben und der Wissenschaft selbst dauernden Nutzen zu sichern. Diese Erkenntniss mehrte und festigte sich im Laufe seiner weiteren Thätigkeit, welche ihn nach und nach mit vielen Vertretern der Präzisionsindustrie und deren Arbeiten in Berührung brachte. Zuerst waren es Fragen der Glastechnik, Alkoholometrie und Thermometrie, bei deren Bearbeitung ein nicht befriedigender, sogar in stetem Rückgange befindlicher Zustand der in Betracht kommenden Industrieerzeugnisse sich in empfindlichster Weise bemerkbar gemacht und dahin gedrängt hatte, an die Aufhellung mancher bis dahin noch ziemlich unaufgeklärter Vorgänge über die Veränderlichkeit der Glasinstrumente zu gehen. Loewenherz hat für seine Arbeiten auf diesem Gebiete nicht den Anspruch einer erschöpfenden wissenschaftlichen Klärung aller in Betracht kommenden Verhältnisse erhoben; immerhin haben aber seine Anregungen eine sehr lebhafte Bethätigung in dieser Richtung eingeleitet, welche in der neueren Zeit unter seiner Mitwirkung zu hochbedeutsamen Fortschritten geführt haben. Er gab damals in Gemeinschaft mit seinen Mitarbeitern die Richtungen an, in welchen auf die Herbeiführung dauernd befriedigender Leistungen der Glasinstrumententechnik hingearbeitet werden müsse; nämlich in erster Linie durch Darbietung von einfachen Hilfsmitteln zur Erleichterung und Sicherung exakter Ausführung, sowie von Rathschlägen zur Verbesserung des Glasmaterials; in zweiter Linie durch Beglaubigung der wichtigeren Gattungen von Glas-Präzisionsinstrumenten innerhalb solcher Grenzen, wie sie nach den Bedürfnissen ihres Anwendungsgebietes gefordert und nach dem Stande der gehobenen Technik geleistet werden müssen. Die erfolgreichen Bemühungen in dieser Richtung, an

welchen Loewenherz hervorragenden Antheil nahm, haben den Erzeugnissen der deutschen Glasinstrumententechnik derzeit in allen Ländern der Erde die erste Stelle gesichert.

Wenn wir an dieser Stelle noch einiger Arbeiten von Loewenherz gedenken, z. B. auf dem Gebiete der Gasmesseraichung, für welche er die experimentellen Grundlagen mit schaffen half, — der Fassaichung, bei welcher die Feststellung der aus physikalischen und mechanischen Ursachen entspringenden Unsicherheiten auf einem grossen Verkehrsgebiete, dem Spiritushandel, von grosser Wichtigkeit war, — ferner der Denaturirung von Spiritus für gewerbliche Zwecke, wobei es sich um die Konkurrenzfähigkeit weiter Industriebezirke, — des Brennereibetriebes, wo es sich um steuerlich wichtige Fragen, — des Petroleumhandels, bei welchem es sich um die Beseitigung feuergefährlicher Stoffe aus den Haushaltungen handelte, — der Lampenexplosionen, wo es darauf ankam, die Ermittlung der eigentlichen Ursachen so mancher Unglücksfälle aufzufinden, und endlich der Beglaubigung von Sicherheitsvorrichtungen zur Verhütung der Explosionen von Dampfkesseln, — wenn wir seiner Thätigkeit auf allen diesen Gebieten Erwähnung thun, so geschieht dies beiläufig, um zu zeigen, in wie vielseitige Beziehungen seine Arbeiten bei der Normal-Aichungs-Kommission ihn mit dem Verkehrsleben gebracht haben. Aber jede dieser Arbeiten brachte ihn auch in Berührung mit den Vertretern der mechanischen Industrie, bei jeder war er von den Leistungen der Technik in gewissem Grade abhängig, und so erkannte er, je länger um so mehr, die grosse Bedeutung dieser Leistungen für die Wissenschaft, wie für das öffentliche Leben. Zugleich aber gewann er auch eine unmittelbare Anschauung davon, dass mit Ausnahme einzelner Firmen die durchschnittlichen Leistungen der deutschen Präzisionstechnik nicht diejenige Höhe erreichten, welche angestrebt werden müsse und dass es auf diesem Gebiete vieles zu thun gebe.

Diese Erkenntniss an sich war nicht neu. Besonders stark war sie hervorgetreten, als nach den Kriegsjahren die gewaltigen Neubildungen in Armee und Marine und die mit dem nationalen Aufschwung eintretende intensive Bethätigung auch auf wissenschaftlichen Gebieten die höchsten Ansprüche an die Leistungen der präzisionsmechanischen Industrie Deutschlands nicht nur der Menge, sondern vor allem der Genauigkeit nach stellte. Da machte sich ein Mangel an hinreichenden Vertretern der höheren Stufen dieses Zweiges so empfindlich bemerkbar, dass dieser zur Kalamität zu werden drohte.

Der Anregung des Professors Schellbach, welcher an diesem Gymnasium, dessen Aula uns zu der heutigen Feier freundlichst überlassen wurde, wirkte, und dessen Verdiensten im vorigen Jahre an dieser selben Stelle gedacht wurde, ist es zu verdanken, dass im Jahre 1872 Männer der Wissenschaft mit Vertretern des Generalstabes und der Marine in Berathungen eintraten, wie dem bedrohlichen Zustande der Feintechnik zu begegnen sein möchte. Das Ergebniss dieser Berathung war der von Sr. Kaiserlichen Hoheit dem Kronprinzen Friedrich Wilhelm, nachmaligem Kaiser Friedrich warm befürwortete Vorschlag zur Gründung eines präzisionsmechanischen Instituts durch den preussischen Staat. Das neue Institut sollte durch Anlage einer Musterwerkstatt, durch Anstellung experimenteller Untersuchungen über geeignete Materialien, durch Belehrungen technologischen Charakters den Entwicklungsgang der Feintechnik beschleunigen, damit diese der intensiver gewordenen wissenschaftlichen Forschung bessere

instrumentelle Hilfsmittel zu liefern im Stande sei; denn auch die Wissenschaft stellte zu dieser Zeit, wohl unter dem Einflusse der sich mehr und mehr ausbreitenden Unifizirung des metrischen Maass- und Gewichtssystems, vordem nicht gekannte Anforderungen an die Genauigkeit ihrer eigenen Leistungen.

Der Plan der Kommission von 1872 für die Begründung eines derartigen Instituts wurde von der preussischen Staatsregierung im Jahre 1876 in einer dem Abgeordnetenhause überreichten Denkschrift vorgelegt und führte zunächst zu dem Beschluss, in der zu dieser Zeit im Bau begriffenen technischen Hochschule zu Charlottenburg geeignete Räume für das Institut vorzusehen.

In demselben Jahre 1876 bezeugten die maassgebenden Staatsbehörden noch weiter ihr Interesse für die Pflege wissenschaftlicher Instrumententechnik durch die Entsendung einer Anzahl berufener Männer, zu welchen auch Loewenherz gehörte, zum Studium der internationalen Ausstellung wissenschaftlicher Apparate in London. Aber trotz dieser immerhin günstigen Aussichten standen der Errichtung des präzisionsmechanischen Instituts noch grosse Schwierigkeiten entgegen, deren Ueberwindung man nicht so bald erwarten durfte, wie es zur Herbeiführung einer Hebung der Durchschnittsleistungen der Präzisionsmechanik wünschenswerth erscheinen musste.

Der Direktor der Normal-Aichungskommission und der königlichen Sternwarte Prof. Förster hierselbst, dessen Arbeitsgebiet in besonderem Maasse an dieser Hebung der technischen Leistungen interessirt ist und welcher an den dieses Ziel betreffenden Vorschlägen einen hervorragenden Antheil gehabt hatte, erkannte nicht nur die erwähnten Schwierigkeiten, sondern auch den richtigen Weg, welcher einzuschlagen sei, um zunächst ohne staatliche Hilfe den Interessen der mechanischen Industrie wirksame Förderung zu bieten. Er lieh den ersten Versuchen zur Herbeiführung eines Zusammenschlusses der Berliner Fachmänner seine kräftige Unterstützung, und so entstand auf seine Anregung und unter seiner Mitwirkung im Jahre 1877 der Fachverein Berliner Mechaniker und Optiker, welcher es sich zur Aufgabe stellte, den technischen und wissenschaftlichen Fortschritt seiner Mitglieder und des Faches zu fördern. In diesem Vereine sollte Loewenherz in der Folge eine bedeutungsvolle Thätigkeit entwickeln, und für dieselbe ist seine erwähnte Entsendung nach London insofern von grosser Bedeutung gewesen, als er bei dieser Gelegenheit Fachmänner kennen lernte, mit welchen ihn sowohl innige Freundschaft, als auch ein gleich starkes Interesse an dem Fortschritt der Instrumententechnik dauernd verband. Loewenherz hat an der Bearbeitung und Redaktion des an die Herren Minister des Unterrichts sowie des Handels und Gewerbes über die Ausstellung erstatteten Berichts einen nicht unwesentlichen Antheil gehabt und dabei Erfahrungen gesammelt, welche ihm bei der Herausgabe des Berichtes über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung vom Jahre 1879 treffliche Dienste geleistet haben.

Das Jahr 1879 darf im Allgemeinen als ein in der Geschichte des Fortschrittes der deutschen Präzisionstechnik, welchem die fernere Lebensarbeit von Loewenherz vorzugsweise gewidmet war, überaus bedeutsames betrachtet werden, und wir können es uns daher nicht versagen, auf diese Zeit etwas näher einzugehen. Wir hatten vorhin gezeigt, wie der Gedanke und Plan eines präzisionsmechanischen Instituts entstanden war. Im Fachverein Berliner Mechaniker und Optiker, welcher an den einleitenden Vorverhandlungen keinen unmittelbaren Antheil gehabt hatte, fanden diese Bestrebungen freudige und begeisterte Auf-

nahme. Der Verein hielt es daher für seine Pflicht, auch seinerseits an diesen Bestrebungen Theil zu nehmen und richtete unter der Mitwirkung von Loewenherz im Jahre 1879 eine Eingabe an das Königliche Unterrichtsministerium, in welcher die baldige Errichtung einer Staatsanstalt zur Pflege der Präzisionsmechanik dringend erbeten wurde. Die schöne Fachausstellung der Berliner Mechaniker und Optiker auf der Gewerbeausstellung vom Jahre 1879, von welcher der durch Loewenherz herausgegebene Bericht ein so anschauliches Bild gegeben hatte, sodass derselbe ein werthvolles Orientirungsmittel über den damaligen Stand der Berliner Präzisionstechnik bietet, konnte leicht zu der Anschauung verleiten, dass die Errichtung eines Staatsinstituts für die deutsche Technik nunmehr von untergeordneter Bedeutung sei, nachdem die Ausstellung dem Anschein nach erwiesen hatte, dass die Präzisionsmechanik aus eigener Kraft der noch vor Kurzem vorhandenen Schwierigkeiten Herr geworden sei. In der That hatte sich die Technik auch aus eigener Kraft gehoben, aber dennoch konnte die Eingabe des Fachvereins mit Recht den Umstand betonen, dass mit dem Umfange der Arbeiten die Anforderungen an die Präzision derselben in gleichem Verhältnisse gestiegen seien und in Folge dessen auch diejenigen Aufgaben und Fragen, deren Lösungen dem einzelnen im Erwerbsleben stehenden Privatmanne nicht möglich ist, dass somit deren Erledigung nur durch eine mit allen Hilfsmitteln der Theorie und Praxis gleich gut ausgerüstete Zentralstelle geschehen und damit der beginnende Aufschwung der Präzisionsmechanik dauernd erhalten und zu höherer Entfaltung gebracht werden könne. Auf diese Eingabe erhielt der Fachverein den sehr entgegenkommenden Bescheid von dem Herrn Unterrichtsminister, dass die Staatsregierung die Angelegenheiten der Mechaniker im Sinne der Eingabe alsbald weiter zu fördern gewillt sei und die Errichtung eines Instituts in den für dasselbe bestimmten Räumen der technischen Hochschule in Aussicht genommen habe.

Die Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente der Berliner Mechaniker brachte die letzteren naturgemäss in häufigste Berührung mit den Männern der Wissenschaft, und auch die Zusammenstellung des unter Loewenherz' Redaktion in dieser Zeit entstandenen Berichtes über die ausgestellten Instrumente, an welchem eine grössere Anzahl Berliner Gelehrten als Berichterstatter betheiligt waren, bedingte schon ein gewisses Zusammenwirken der Gelehrten mit den Männern der Praxis. Dieses erspriessliche persönliche Zusammenwirken erweckte den Wunsch nach dauernder Erhaltung einer näheren Fühlung zwischen Praktikern und Gelehrten. Eine solche Verbindung konnte nur durch ein Organ bewirkt werden, welches dem Praktiker die Kenntniss der ihn besonders interessirenden Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung vermitteln und den Mann der Wissenschaft auf dem Laufenden erhalten sollte über die Fortschritte instrumenteller Hilfsmittel. Aus einem solchen gegenseitigen Austausch durften für alle Betheiligten fruchtbare Anregungen erwartet werden.

Es war wieder unser Loewenherz, welcher die mühsamen Vorarbeiten zur Begründung eines derartigen Organs übernahm und unter thatkräftigster Unterstützung des Direktors der Sternwarte durchführte. So entstand im Jahre 1881 die *Zeitschrift für Instrumentenkunde*. Sie darf als eine der eigensten Schöpfungen von Loewenherz bezeichnet werden, und sie ist während ihres nun 12jährigen Bestehens ihren Aufgaben im vorerwähnten Sinne gerecht geworden. Allerdings hat sie bei der Erfüllrung ihrer Aufgaben mit mancherlei Schwierigkeiten materieller Art zu kämpfen gehabt, und ohne die hochherzige Unterstützung hoher Staats-

behörden, welche die Bedeutung eines solchen Organs und die besonderen Umstände, welche die Fortführung eines solchen Unternehmens erschweren, wohl zu würdigen wussten, wäre es nicht möglich gewesen, dieses besonders für die Technik hochwichtige Organ zu erhalten, wenigstens nicht in dem Sinne, wie die Zeitschrift bisher gewirkt hat. Diese Schöpfung, welche neben der Belehrung der Techniker so vieles Werthvolle liefert, hat unzweifelhaft den Ruf deutscher Technik im Auslande bedeutend gehoben. Wenn wir den Inhalt der zwölf Jahrgänge der *Zeitschrift für Instrumentenkunde* studiren und die überreiche Fülle dieses der Technik zur Belehrung dienenden Materiales betrachten, zu welchem Loewenherz selbst viele Beiträge lieferte, ein Material, welches ohne die Existenz der Zeitschrift entweder überhaupt nicht entstanden, oder der Technik zumeist unzugänglich geblieben wäre, so muss die Vertreter derselben ein aufrichtiges Gefühl des Dankes für die Urheber und Erhalter dieses Organs erfüllen.

An die Arbeit der Gründung der Zeitschrift reiht sich eine andere umfangreiche Thätigkeit Loewenherz' würdig an, welche ebenfalls die Förderung der wissenschaftlichen Vorbildung der Mechaniker bezweckte. Die Anfänge dieser Thätigkeit führen uns nochmals in das Jahr 1879 zurück.

Eine hinreichende wissenschaftliche und technische Vorbildung der dem Fach zuströmenden jungen Kräfte war als eins der ersten Ziele vom Fachverein bei seiner Gründung ins Auge gefasst. Der Fachverein gründete im Jahre 1879 einen eigenen Unterrichtskursus für Physik und Fachzeichnen für Mechaniker und Optiker, dessen Fortführung jedoch bald die finanziellen Kräfte des Vereins zu übersteigen drohte. Da war es Loewenherz' vermittelnde Thätigkeit, welche dazu führte, dass dieser Unterrichtskursus von der kurz zuvor begründeten städtischen Handwerkerschule nach den vom Fachverein aufgestellten Prinzipien übernommen und fortgeführt wurde. Zugleich wurden an der genannten Schule Kurse eingerichtet, in welchen die dem angehenden Mechaniker nöthigen Kenntnisse in Mechanik, Algebra und Geometrie in einer den Fachbedürfnissen möglichst angepassten Form dargeboten werden konnten.

Die so gebotene Gelegenheit zur Erwerbung oder Vervollständigung der nothwendigen theoretischen Kenntnisse beschränkte sich auf die Verwendung der Abendstunden, und wenn sie auch bei immer regerer Benutzung reiche Früchte, nicht nur im Unterrichtswesen der Stadt Berlin sondern auch in vielen anderen Städten, getragen hat, so genügte sie bald nicht mehr weitergehenden Bedürfnissen. Da war es wieder Loewenherz, welcher die Einrichtung einer Tagesklasse für Mechaniker und Optiker bei den städtischen Schulbehörden, bei denen er auch dankenswerthes Entgegenkommen fand, in Anregung brachte. Diese Tagesfachklasse, welche 1885 eröffnet wurde, rüstet Gehilfen, die in der Praxis erfahren und bewährt sind, in halbjährigem Kursus mit denjenigen Kenntnissen aus, deren sie zu selbständigerer Weiterarbeit bedürfen. Diese Institution hat sich ein Ansehen erworben, welches weit über die Grenzen der Stadt und des Landes hinausgedrungen ist, sodass heute viele Gehilfen des Auslandes in diesem Institute ihre Ausbildung zu vollenden wünschen und darin Aufnahme finden, soweit der Raum es gestattet.

Loewenherz' Thätigkeit im Vereinsleben der Mechaniker in der ersten Hälfte der achtziger Jahre war, wie aus den geschilderten Bestrebungen, Thaten und Wirken des unermüdlichen Mannes erwartet werden konnte, eine stets zielbewusste. Bei allen wichtigeren Vorgängen nahm er fortan eine leitende Stellung

ein, unter Anderem, als es sich nach der Begründung der Zeitschrift für Instrumentenkunde darum handelte, den Fachverein Berliner Mechaniker zur „Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik" auszugestalten.

Ungemein zahlreich sind seine Vorträge und Mittheilungen technisch-wissenschaftlichen Inhalts, von welchen viele in der Zeitschrift für Instrumentenkunde veröffentlicht wurden; es würde ermüdend sein dieselben einzeln aufzuführen; ich möchte nur erwähnen, dass Loewenherz zur Geschichte der mechanischen Kunst ebenfalls werthvolle Beiträge geliefert hat. Seine Arbeiten in der Normal-Aichungskommission, seine vielfachen Beziehungen zu anderen technischen Gebieten boten ihm immer reichhaltiges Material für belehrende Mittheilungen. Auch in dem Vereine jüngerer Mechaniker, der unter dem Namen „Verein Berliner Mechaniker" eine Gesellschaft der strebsamsten Gehilfen bildet, verkehrte Loewenherz häufig und sorgte für belehrende Unterhaltung.

Aber nicht allein in dieser fachtechnisch-wissenschaftlichen Richtung bethätigte sich sein rastloser Geist. In handelspolitischen, statistischen, wirthschaftlich-organisatorischen Angelegenheiten, welche so häufig den fachlichen Vereinen vorliegen, fehlte sein Rath und seine Hilfe nie. Auch in sozialen Fragen, wo es galt, Differenzen zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern zu schlichten, war er der Obmann, zu welchem beide Parteien unbegrenztes Vertrauen hatten, und auch hier wusste er die ihm gestellten oft sehr heiklen Aufgaben mit Geschick und zu beiderseitiger Zufriedenheit zu erledigen. Was seinen Rath und seine Hilfe noch besonders werth machte, war, dass man derselben immer sicher war und immer auf das freundlichste Entgegenkommen rechnen konnte.

Während dieser bedeutsamen Thätigkeit im Interesse der Präzisionstechnik lag Loewenherz die Durchführung nicht unwichtiger dienstlicher Arbeiten ob. Er hat seinem unmittelbaren Vorgesetzten erhebliche Hilfe geleistet bei einem neuen Entwurf einzelner Abschnitte der im Jahre 1884 veröffentlichten Aichordnung, vornehmlich soweit diese die Aichung von Gasmessern, Alkoholometern und Thermometern betraf. Ebenso war Loewenherz bei der Bearbeitung und Durchführung der aichamtlichen Vorschriften thätig, welche die Prüfung und Beglaubigung eines in Anlehnung an ein englisches Muster in Deutschland konstruirten Petroleum-Prüfungsapparates betrafen. Die ausserordentlich gründliche Bearbeitung dieses Gegenstandes hatte zur Folge, dass diesen deutschen Erzeugnissen in allen Ländern der Erde das Vertrauen des betheiligten Handels entgegen gebracht worden ist. Die seit dem Jahre 1870 angeregte Frage des Ueberganges des Spiritusverkehrs zum Gewichtshandel unter Einführung des hunderttheiligen Thermometers wurde durch seine thätige Mitwirkung zum Abschluss gebracht.

Von Loewenherz' letzten grösseren Arbeiten bei der Normal-Aichungs-Kommission ist die Schaffung der Grundlagen für ein Alkoholometer zur Ermittlung der Spiritusstärke nach Gewichtsprozenten, sowie die Durchführung der Beglaubigung ärztlicher Thermometer zu nennen. Diese letztere hat in der ersten Zeit nach ihrer Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ein weites Feld zur Bethätigung dargeboten.

In das Jahr 1883 fiel ein für die Präzisionstechnik sehr bedeutungsvolles Ereigniss. Das Königliche Unterrichtsministerium trat dem Projekt der Begründung eines präzisionsmechanischen Instituts durch Berufung einer Kommission wissenschaftlicher Männer, zu welcher diesmal auch zwei Vertreter der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik delegirt wurden, wieder näher. Aus den in

dieser Kommission stattfindenden Verhandlungen über die Organisation des neuen Instituts ist besonders eine Denkschrift aus dem Jahre 1883 zu erwähnen, welche von einer Reihe hervorragender Gelehrter und bedeutender Mechaniker unterzeichnet ist und in welcher unter wesentlicher Erweiterung des ursprünglichen Planes die Begründung einer Physikalisch-Technischen Anstalt vorgeschlagen wurde. Diese Pläne rückten ihrer Ausführung dadurch erheblich näher, dass Werner von Siemens zuerst dem preussischen Unterrichtsminister und später im Einverständniss mit diesem dem Reichskanzler das grossartige Anerbieten machte, behufs Gründung eines Instituts zur Ausführung naturwissenschaftlicher Forschung und für technische Zwecke eine Schenkung von einer halben Million in Grundwerth machen zu wollen.

Im Herbste 1887 trat dann die Physikalisch-Technische Reichsanstalt ins Leben. Die Anstalt theilt sich bekanntlich in zwei Abtheilungen, die durch Exzellenz von Helmholtz als Präsidenten geleitet werden. Für die Direktion der zweiten Abtheilung wurde unser Loewenherz berufen. Die zweite Abtheilung konnte sogleich mit ziemlich bedeutendem Umfang in den seit Jahren für sie reservirten Räumen der Technischen Hochschule in Charlottenburg ihre Arbeiten aufnehmen, während die erste Abtheilung zunächst nur thermometrische Fundamentalarbeiten begann und erst nach Fertigstellung des Neubaues auf dem von Werner von Siemens geschenkten Grundstücke in grösserem Umfange in Thätigkeit trat.

War dadurch, dass die oberste Leitung der neuen Anstalt in der Hand eines Mannes von höchster wissenschaftlicher Bedeutung ruhte, die Sicherheit gegeben, dass die herantretenden Fragen mit voller Wissenschaftlichkeit behandelt und in sorgsam durchdachter Weise zur Lösung gebracht werden würden, so hatte andererseits die Technik dadurch, dass Loewenherz an der Spitze der technischen Abtheilung stand, die Gewissheit, dass ihre Wünsche stets volles Verständniss finden und die wissenschaftlichen Errungenschaften der Reichsanstalt ihr unmittelbar nutzbar gemacht werden würden. Es dürfte hier der Ort sein, hervorzuheben, dass die deutsche Technik und besonders die Präzisionsmechanik dem Präsidenten der Reichsanstalt in hohem Maasse Dank schuldet für die freie Bethätigung, welche er Loewenherz für diejenigen Maassnahmen gewährte, die er im Interesse der Technik für nützlich hielt. Andererseits hat es Loewenherz nach dem eigenen Zeugniss seines unmittelbaren Vorgesetzten in vollem Maasse verstanden, diesen nach Möglichkeit zu entlasten, indem er die ihm ferner liegenden Verwaltungsarbeiten sogar für beide Abtheilungen abnahm; ebenso gelang es ihm, den Präsidenten in der Ausführung seiner Pläne thatkräftig zu unterstützen, indem er sie in schneller Auffassung aufnahm und gern und willig mit der ihm eigenen Arbeitslust durchführte.

Was Loewenherz' Thätigkeit in seiner Abtheilung angeht, so begnügte er sich nicht damit, sich in grossen Zügen über den Verlauf der Arbeiten zu orientiren, sondern er widmete sich allen Arbeiten eingehend, indem er mit allen Beamten in häufigem Verkehr blieb. Eine sehr grosse Arbeitslast, welche fast allein auf seinen Schultern lag, war die Durchführung der zahlreichen Vorarbeiten, welche der Einführung neuer Prüfungs- und Beglaubigungsformen vorher gehen mussten, so bezüglich der Thermometer, der Stimmgabeln, der elektrischen Messgeräthe und des Lichtmaasses, der sogenannten Hefnerlampe. Hier kamen ihm seine in der Normal-Aichungskommission gewonnenen Erfahrungen zu statten und erwiesen sich ihm in hohem Grade nützlich und nothwendig.

Es ist nicht möglich, den Antheil Loewenherz' bei jeder einzelnen Arbeit

der Reichsanstalt anzugeben, aber es ist nicht zu viel behauptet, wenn man sagt, dass der rege Antheil, welchen er persönlich an allen Arbeiten nahm, die eingehende Förderung, welche er ihnen durch seine Erfahrungen und namentlich durch seine ausgedehnte Bekanntschaft mit den verschiedensten Kreisen der Technik angedeihen zu lassen vermochte, sehr wesentlich zu den schnellen Erfolgen der jungen Anstalt beigetragen haben. So konnte er z. B. durch seine Bekanntschaft mit dem Verein von Gas- und Wasserfachmännern der Einführung eines einheitlichen Lichtmaasses in Deutschland sehr wesentliche Dienste leisten. Wie sehr er ferner stets bereit war, in seiner amtlichen Thätigkeit den Wünschen der Industriellen entgegen zu kommen, hat er häufig bewiesen, so z. B. durch die Errichtung einer Zweiganstalt für Prüfung von Thermometern in Ilmenau. Der Aufschwung der Thüringer Thermometerfabrikation ist zum grossen Theile Loewenherz' unmittelbarem Einflusse zuzuschreiben.

Es kann hier nicht der Ort sein, auf alle Leistungen der technischen Abtheilung der Reichsanstalt unter der Leitung Loewenherz' näher einzugehen. Wir wollen uns beschränken, noch kurz diejenigen Arbeiten zu besprechen, denen er seine Kräfte in besonders hohem Maasse gewidmet hat: Es sind dies die Arbeiten über das „Anlassen von Metallen" und „die Einführung einheitlicher Schraubengewinde". Die ersteren entstanden aus dem Bedürfniss, den Normal-Stimmgabeln durch Erhitzung einen gleichmässigen Ueberzug mit einer sogenannten Anlauffarbe zu geben, damit bei einem derartigen amtlich beglaubigten Instrument jede etwaige äussere Verletzung, welche leicht eine Veränderung der Tonhöhe bedingt, erkannt werden kann. Bei den Versuchen, die stählernen Stimmgabeln blau anzulassen, wurde die interessante Entdeckung gemacht, dass es möglich ist, fast alle Metalle mit wunderbar schönen Farben in bestimmter Nüanzirung und besonders, was bisher nicht möglich war, mit grosser Gleichmässigkeit zu überziehen. Diese Technik hat zwar nur für die kunstgewerbliche Luxus-Industrie Interesse und findet in dieser bereits vielfache Anwendung, aber die Konstruktion der Erhitzungsapparate, in welchen die Anlauffarben erzeugt werden, ist für die mechanische Technik von Bedeutung. Es wurden dadurch werthvolle Beobachtungen über die Veränderung gehärteten Stahles in verschiedenen Temperaturen gemacht.

Die Schaffung einheitlicher Gewinde für die Feintechnik, die erst kürzlich vollbracht worden, ist Loewenherz' eigenstes Werk. Die Mechaniker schulden ihm unendlichen Dank, dass er die hohe technische Bedeutung dieser Frage erkannt hat und durch seine weitreichende Bekanntschaft und seinen Einfluss an vielen maassgebenden Stellen die Interessenten für die Annahme eines Gewinde-Systems zu vereinigen wusste. Es hat ihm viel Mühe und Arbeit gekostet, die zunächst weit auseinandergehenden Ansichten berufener Fachkreise in unzweideutiger Art festzustellen, auf die hauptsächlichsten Punkte zu konzentriren und endlich ganz zu vereinigen, sodass nunmehr die praktische Einführung der neuen Gewinde gesichert erscheinen darf. Leider ist es ihm nicht vergönnt gewesen, den Abschluss dieser Arbeiten selbst zu vollziehen; gerade zu jener Zeit, als er einer Versammlung der hervorragendsten Interessenten Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz die Ergebnisse seiner Arbeiten zur Beschlussfassung und Sanktion unterbreiten wollte, befiel ihn die tückische Krankheit, die ihn uns entrissen hat. Auf seinem Schmerzenslager war jene Versammlung noch Gegenstand seiner steten Sorge, und der Gedanke an sie verfolgte ihn in seinen Fieberphantasien. Wie

sehr ihm der Abschluss dieser Frage am Herzen lag, davon lassen Sie mich eine kurze, rührende Episode aus seinen letzten Stunden erzählen.

Kurze Zeit, bevor die Schatten des Todes sein Bewusstsein umnachteten, inmitten der heftigsten körperlichen Schmerzen, bat er seinen Arzt, doch einen Beamten, der mit ihm an dieser Frage gearbeitet hatte, Zutritt zu gestatten, denn er habe demselben noch wichtige Instruktionen für die Konferenz zu geben, er müsse den Beamten sprechen, sollte auch dadurch seine Genesung verzögert werden. — Das ist Ausübung der Berufspflicht und Treue bis zum Tode.

Er ist nicht genesen. Die Konferenz hat ohne ihn stattfinden müssen. Sie hat ohne Abänderung die Vorschläge der Reichsanstalt — das sind die Loewenherz'schen Vorschläge — genehmigt und so gleichsam sein Testament vollzogen. Es erfüllt uns mit Trauer, dass der Abschluss dieser Frage nicht mit seinem Namen verknüpft werden konnte, aber ich würde es für einen Akt der Pietät halten, wenn man dem Gewinde, das er geschaffen, in technischen Kreisen auch seinen Namen gebe. Ist es doch schon Sprachgebrauch, bestimmte Gewinde-Systeme nach ihrem Urheber zu benennen, und so möge denn in Zukunft noch lange das Loewenherz-Gewinde an seinen thatkräftigen Erzeuger erinnern.

Wir möchten nun noch einen kurzen Ueberblick auf Loewenherz' Wirksamkeit in den Vereinen der Mechaniker, auf die von ihm geschaffene weitere Ausbildung dieser Vereine und die Errichtung gemeinnütziger Institutionen werfen, solange er im Dienste der Reichsanstalt stand.

Es ist bereits erwähnt worden, dass im Anfang der achtziger Jahre aus Veranlassung der Begründung der Zeitschrift für Instrumentenkunde der Berliner Fachverein sich zu einer Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik erweiterte. Der Sitz der Gesellschaft verblieb nach wie vor in Berlin, und wenn auch eine grössere Anzahl deutscher Mechaniker ausserhalb Berlins der Gesellschaft beitrat, so konnte sich unter den bestehenden Satzungen ein intensiveres Vereinsleben nicht entwickeln. Die Zeitschrift für Instrumentenkunde bildete eigentlich allein das verbindende Glied unter den Mitgliedern.

Da unternahm es Loewenherz, dem etwas erstarrten gesellschaftlichen Körper neues Leben einzuhauchen und eine neue, den Verhältnissen besser angepasste Organisation einzuführen, welche eine regere, persönliche Berührung der Mitglieder zur Folge hatte.

Loewenherz selbst wurde an die Spitze der Gesellschaft zum ersten Vorsitzenden berufen. Um die einzelnen Mitglieder enger an einander zu ketten, wurde, wieder hauptsächlich durch Loewenherz' Einfluss, ein zweites Fachorgan ins Leben gerufen, das *Vereinsblatt* der Gesellschaft, welches jedem Mitgliede zugehen, hauptsächlich die vereins-, wirthschaftlichen und Werkstatts-Angelegenheiten behandeln und den Mitgliedern zum Meinungsaustausch offen stehen sollte, also Gegenstände behandelt, welche sich zur Aufnahme in die nur vierwöchentlich erscheinende Zeitschrift für Instrumentenkunde weniger eigneten.

Es war ferner hauptsächlich sein Erfolg, dass auf den Naturforscherversammlungen seit 1889 eine besondere Abtheilung fur Instrumentenkunde eingerichtet wurde, in welcher den Mechanikern Gelegenheit gegeben wurde, ihre Instrumente den Gelehrten vorzuführen. Er richtete regelmässig wiederkehrende Mechanikertage ein, welche an verschiedenen Orten Deutschlands stattfinden und auf welchen gemeinsame Fragen ihre Erörterung finden sollten. Der erste dieser Tage fand in Heidelberg bei Gelegenheit der Naturforscherversammlung,

der zweite in Bremen statt; auf dem letzteren wurde unter Loewenherz' Vorsitz eine wesentliche Erweiterung der Gesellschaft in dem Sinne beschlossen, dass sich für einzelne Bezirke des Reiches Zweigvereine bilden sollten. Durch diese Organisation sollten nicht allein die einzelnen Techniker in engere Fühlung mit einander gebracht werden, unser weitblickender Loewenherz hatte dabei wohl noch die Absicht, für sich und für seine Anstalt über die gesammte deutsche Präzisionstechnik und über das, was auf diesem seinem Arbeitsgebiete, das seiner Pflege unterstellt war, in Zukunft geleistet werden müsse, einen Ueberblick zu gewinnen.

Unter seiner Leitung schaarten sich die deutschen Mechaniker zur Veranstaltung einer Kollektiv-Ausstellung in Chicago zusammen und die enorme Last der vorbereitenden Arbeiten zu diesem Unternehmen nahm er auf sich.

Nicht minder lebhaft war Loewenherz' Eifer, die Stätten für technische und wissenschaftliche Vorbildung für die heranwachsende Generation zu erweitern und zu vertiefen. So widmete er der Organisation von Fachschulen sein reichstes Interesse, und die Glasbläsereischule in Ilmenau ist ebenfalls durch seine Vermittelung entstanden. Für die Fachabtheilung der Berliner Handwerkerschule hatte er die Errichtung eines technischen Beiraths geplant und bereits den leitenden Schulmännern seine Gedanken darüber mitgetheilt. Zu einem definitiven Abschluss dieser Einrichtung ist es wohl nicht mehr gekommen. Wie viele seiner noch nicht kundgegebenen Pläne mag das stille Grab decken!

Wenn wir die Erfolge seines Lebens überblicken, so müssen wir sagen — sie waren überaus reiche. Aber, fragen wir nun, welches waren die Bedingungen, unter denen seine eigenartigen Anlagen zu so reicher Entfaltung gelangen konnten, so müssen wir antworten: Diese Bedingungen wurden geschaffen durch den weiten Blick und die hochherzigen Gesinnungen seiner unmittelbaren Vorgesetzten, welche es ihm gestatteten, sich so zu bethätigen, wie es nach seiner Ueberzeugung zur gedeihlichen Förderung der ihm anvertrauten Aufgaben erforderlich war. — Und nicht minder war es die Gunst, von der die Bestrebungen zur materiellen und künstlerischen Hebung der Präzisionsindustrie seitens der höchsten Behörden des Staates und des Reiches getragen worden sind, eines Zweiges gewerblicher Thätigkeit, von deren Leistungen die edelste Seite nationalen Lebens, die wissenschaftliche Forschung, unmittelbaren Nutzen ziehen konnte.

Tief empfundener Dank sei von dieser Stelle den Behörden ausgesprochen, welche diesen fördernden Bestrebungen durch Gewährung reicher Mittel die materiellen Grundlagen geschaffen haben. Tief empfunden ist der Dank, welchen wir hier den Männern darbringen, unter denen Loewenherz' Thätigkeit sich so frei entfalten durfte. Und an diesen Dank möchten wir die Bitte knüpfen, uns, der berufenen Vertretung der Präzisionstechnik, auch für die Folge in gleicher Weise und mit dem gleichen Wohlwollen zu begegnen.

Wir haben in der Aufführung der vielgestaltigen Wirksamkeit des verdienstvollen Mannes bisher noch nicht seiner Stellung in der eigenen Familie gedenken können. Loewenherz vermählte sich im Juli 1877 und hatte das Glück eine Gefährtin für sein Leben zu finden, die es verstand, sein Haus zu einer Stätte des freundlichsten Familienlebens zu gestalten. Die Geburt eines Sohnes und einer Tochter erhöhten das häusliche Glück. Dass ein so vielbeschäftigter Mann nur wenig Zeit für seine Familie erübrigen konnte, wird nach der Schilderung seiner Thätigkeit begreiflich sein. Aber die wenigen Stunden der Ruhe nach des

Tages Arbeit, welche der Familie gewidmet werden konnten, wurden ihm durch die Sorgsamkeit der fein empfindenden Frau zu wirklichen Erholungsstunden. Bescheiden begnügte sie sich mit dem karg bemessenen Theile der Zeit, welche die angestrengte Thätigkeit des Mannes für die Familie übrig liess. Sie theilte mit feinem Verständniss die Freude des Mannes an seinen Erfolgen und unterstützte ihn in diesem Sinne mit der Theilnahme des Herzens in seinen edlen Bestrebungen.

Unsagbar hart ist die Familie in jeder Hinsicht durch das Scheiden ihres Hauptes betroffen; aber ich darf auch wohl verkünden, dass in das Dunkel der Trauer schon mancher freundliche Lichtstrahl gefallen ist. Die hilfsbereite, aufopferungsvolle Menschenfreundlichkeit des Verblichenen hat nach seinem Tode einen Widerhall in den weitesten Kreisen gefunden. Und so ist denn für unsere heutige Gedächtnissfeier ein Hintergrund freudigster praktischer Bethätigung geschaffen worden, welche in uns allen das Gefühl edler Gemeinschaft belebt.

Es ist wohl Sitte, am Schlusse einer Gedächtnissrede das Charakterbild des Geschiedenen in seinen Hauptzügen in gedrängter Fassung noch einmal vorzuführen; aber ich muss um Ihre Nachsicht bitten, dass ich dieser Aufgabe wohl nicht voll gerecht zu werden vermag und möchte deshalb nur sagen: Loewenherz war ein Mann von hoher geistiger Befähigung, von willensstarker Thatkraft und rastlosem Fleiss, ein Mann von weitreichendem Blick und schneller Auffassung besonders in Erkenntniss des Nothwendigen, zäh und energisch in der Ueberwindung von Schwierigkeiten und gewandt als Vermittler. Mit diesen geistigen Eigenschaften paarten sich in glücklicher Verbindung diejenigen des Herzens: freundliche Offenheit, gewinnende Herzensgüte; stets und für Jedermann war er zu Rath und Hilfe bereit. Das waren die Eigenschaften, welche zu den Erfolgen seines edlen Strebens so wirksam beizutragen vermochten. —

Nur noch einige Worte möchte ich Euch deutschen Mechanikern und lieben Kollegen, die Ihr hier heute versammelt seid, zurufen:

„Das Lebensbild des geschiedenen Freundes und Berathers, wie es in unserer Erinnerung lebendig ist, es sei unser Vorbild. Uns galt sein Streben, uns galt sein Denken, uns galt seine Lebensarbeit. Wie in der Geschichte der deutschen Mechanik der Name Loewenherz unvergesslich sein wird, so präge sich auch sein Bild in unser Herz ein — unvergesslich!"

Vorschriften zur Herstellung von Clark'schen Normalelementen.

Von
Dr. **K. Kahle** in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die nachstehend mitgetheilten Vorschriften zur Herstellung von Clark'schen Elementen sind auf Grund der in der Reichsanstalt auf diesem Gebiete gesammelten Erfahrungen zusammengestellt und sollen dazu dienen, sowohl Forscher, die zu ihren Untersuchungen ein Normal für die Spannung nöthig haben, als ganz besonders Werkstätten, die häufig solche Elemente für die Zwecke der Technik zu liefern haben, für die Zusammensetzung zuverlässiger Elemente in den Stand zu setzen.

Neben der hier empfohlenen Form des Elementes, welche auf die von Lord Rayleigh angegebene **H**-Form zurückzuführen ist, giebt es noch ver-

schiedene andere, wie die vom englischen *Board of Trade* und die von Herrn Dr. Feussner vorgeschlagene Form. Die Gesichtspunkte, die für das Entstehen der hier beschriebenen Form maassgebend waren, sind im Wesentlichen die Folgenden: Das Element sollte einmal leicht reproduzirbar und zum anderen versandfähig sein, und seine elektromotorische Kraft sollte schnell den Temperaturschwankungen folgen. Dass die neue Form in dieser Hinsicht den älteren vorzuziehen ist, soll in einer Mittheilung des Weiteren gezeigt werden, die im Anschluss an die von mir im vorigen Jahrgang *dieser Zeitschrift 1892* auf *S. 117* u. d. f. veröffentlichten „Beiträge zur Kenntniss der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Normalelementes" in Kürze folgen wird. Die Angaben über die Behandlung der im Elemente zu verwendenden Chemikalien haben allgemeine Giltigkeit und weichen nicht wesentlich von dem im dritten vom *Board of Trade* gegebenen *Memorandum on the Preparation of the Clark Standard Cell* ab.

Definition und Eigenschaften des Elementes.

Das Element enthält als positive Elektrode Quecksilber, als negative Elektrode amalgamirtes Zink und als Elektrolyten konzentrirte Lösung von Zinksulfat und Quecksilberoxydulsulfat. Seine elektromotorische Kraft beträgt 1,438 *Volt* bei 15°[1]) und nimmt zwischen 10 und 25° bei Zunahme der Temperatur um 1° im Mittel um 0,00115 *Volt* ab.

Herstellung des Elementes.

Das Gefäss des Elementes, das die nebenstehende Figur darstellt, besteht aus zwei vertikalen, unten verschlossenen Schenkeln, die oben zu einem gemeinsamen, durch einen eingeschliffenen Glasstöpsel verschliessbaren Halse vereinigt sind. Der Durchmesser der beiden Schenkel soll wenigstens 2 *cm* und ihre Länge wenigstens 3 *cm* betragen. Der Hals des Gefässes soll einen Durchmesser von wenigstens 1,5 *cm* und eine Länge von wenigstens 2 *cm* haben. In den Böden der beiden Schenkel sind Platindrähte von etwa 0,4 *mm* eingeschmolzen.

Dies Gefäss wird in verschiedener Weise gefüllt, je nachdem das Element am Orte der Herstellung benutzt werden oder zur Versendung gelangen soll.

Im ersten Falle wird in den einen der beiden Schenkel reines Quecksilber und in den anderen ein heissflüssiges, nach dem Erkalten erstarrendes Amalgam geschüttet, das etwa 90 Theile Quecksilber und 10 Theile Zink enthält. Die Platindrähte in den Böden der beiden Röhren müssen vom Quecksilber bezw. vom Amalgam völlig überdeckt sein. Auf das Quecksilber wird eine etwa 1 *cm* hohe Schicht einer Paste gebracht, welche durch Zusammenreiben von Quecksilberoxydulsulfat und Quecksilber mit einem aus Zinksulfatkrystallen und

[1]) Dieser Zahl liegt die Annahme zu Grunde, dass 1 *Ohm* = 1,06 *S.-E.* ist, und dass ein Strom von 1 *Amper* Stärke aus einer wässrigen Silbernitratlösung in der Stunde 4,025 *g* Silber ausscheidet. Sie ist als eine vorläufige anzusehen und kann erst endgiltig mitgetheilt werden, wenn die hier im Gange befindlichen Arbeiten über die praktischen Einheiten des elektrischen Widerstandes und der elektrischen Stromstärke abgeschlossen sind.

konzentrirter Zinksulfatlösung gebildeten Brei gewonnen ist. Sowohl diese Paste als auch das Zinkamalgam werden darauf mit einer etwa 1 *cm* hohen Schicht von Zinksulfatkrystallen überdeckt, und sodann das ganze Gefäss soweit mit konzentrirter Zinksulfatlösung gefüllt, dass beim Einsetzen des Glasstöpsels dieser jene eben berührt. Man sorge jedoch dafür, dass das Gefäss eine kleine Luftblase enthält, die dasselbe bei starker Temperaturerhöhung vor dem Zerspringen schützt. Beim endgiltigen Verschlusse des Gefässes wird vor dem Einfügen des Glasstöpsels derselbe an seinem oberen Rande mit einer alkoholischen Schellacklösung bestrichen und dann fest eingedreht.

Soll das Element zur Versendung gelangen, so tritt an Stelle des Quecksilbers ein elektrolytisch amalgamirtes, kreisförmiges Platinblech von etwa 1 *cm* Durchmesser und 0,1 *mm* Dicke, das mit dem durch den Boden des einen Schenkels eingeführten Platindrahte fest vernietet ist. Das Zinkamalgam bildet, wie oben, die negative Elektrode und wird mit einer etwa 1 *cm* hohen Schicht von Zinksulfatkrystallen überdeckt. Der übrige Inhalt des Gefässes wird mit der Quecksilberoxydulsulfat-Paste soweit gefüllt, dass beim Verschlusse des Elementes durch Einsetzen des Glasstöpsels dieser die Paste eben berührt. Der endgiltige Verschluss des Gefässes wird in der oben angegebenen Weise hergestellt.

Zubereitung der im Elemente zu verwendenden Materialien.

Quecksilber. Alles Quecksilber, das im Elemente Verwendung findet, soll den bekannten Reinigungsverfahren unterworfen und im Vakuum destillirt sein.

Zink. Das im Handel als „chemisch rein“ bezeichnete Zink kann ohne Weiteres benutzt werden. Zur Herstellung des Amalgams füge man zu 9 Gewichtstheilen Quecksilber 1 Gewichtstheil Zink hinzu und erwärme beides in einer Porzellanschale solange unter mässigem Umrühren auf 100°, bis sich das Zink völlig im Quecksilber gelöst hat.

Zinksulfat. Das käufliche Zinksulfat prüfe man vor der Benutzung vermittels Lakmustinktur auf Säure und vermittels Rhodankalium auf Eisen. Ist es genügend rein, so kann man es gleich auf dem unten beschriebenen Wege umkrystallisiren. Enthält es merkliche Spuren freier Säure, so werden gleiche Gewichtstheile Zinksulfat und destillirtes Wasser solange mit Zinkfeilspähnen in einem passend geformten Porzellangefäss gekocht, bis am Zink eine Gasentwicklung nicht mehr zu bemerken ist und die Lösung nach dem Erkalten einen weissen, oder bei Gegenwart von Eisenoxydhydrat bräunlich gefärbten Niederschlag von Zinkoxydhydrat zeigt. War die Lösung eisenfrei, so kann sie, nachdem sie zwei Tage ruhig gestanden hat, abfiltrirt werden. Im anderen Falle wird sie nochmals auf 60 bis 80° erwärmt und dabei durch einen Strom von höchstens 0,2 *Amp.* Stärke, der vermittels zweier in die Flüssigkeit gehängter Platinbleche von etwa 50 *qcm* Fläche eingeführt wird, 6 Stunden lang elektrolysirt. Nachdem die Lösung sodann über Nacht erkaltet ist, wird zunächst wieder mit Hilfe von Lakmustinktur festgestellt, dass sich während der Elektrolyse keine freie Säure gebildet hat. Ist dies der Fall, so muss das Kochen mit den Zinkspähnen wiederholt und sodann die Lösung nochmals mit schwächerem Strome elektrolysirt werden. Während der ganzen bisher beschriebenen Behandlung ist dafür zu sorgen, dass die Konzentration der Lösung annähernd dieselbe bleibt. Man thut daher gut, das Gefäss, das die Lösung enthält, mit einer Glastafel zu überdecken, so dass nur wenig Wasserdampf entweichen kann. Zeigt sich die Lösung genügend säure- und

eisenfrei, so wird sie abfiltrirt[1]). Zu jedem Liter des Filtrates werden nun etwa 50 *g* säurefreies Quecksilberoxydulsulfat zugefügt und mit ihm tüchtig verrührt. Das zugefügte Quecksilbersalz wird sich nach längerem Stehen meistens gelb färben. Bewirkt, nachdem die Lösung einen Tag gestanden hat, eine Probe derselben beim Schütteln mit neu zugefügtem Quecksilberoxydulsulfat, selbst nach mehreren Stunden, keine merkliche Gelbfärbung mehr, so kann die Lösung abfiltrirt und dann in einer flachen Porzellanschale über einem Wasserbade eingedampft werden. Hierbei ist zu beachten, dass sich die Krystalle nicht bei zu hoher Temperatur bilden, da sie sonst leicht einen Theil ihres Krystallwassers verlieren. Man lässt daher, nachdem die Flamme unter dem Wasserbade ausgelöscht ist, die Schale auf diesem stehen und überdeckt sie mit einer Glasscheibe. Sollten sich nach dem Erkalten noch keine Krystalle ausgeschieden haben, so ist weiter einzudampfen. War zulange erwärmt und haben sich die Krystalle unter ungünstigen Verhältnissen gebildet, so ist nach Zusatz von etwas Wasser zu denselben wieder solange zu erwärmen, bis sich alles gelöst hat. Die konzentrirte Lösung wird abgegossen und entweder weiter eingedampft oder zur weiteren Verwendung aufbewahrt. Die letzten Reste der Lösung entfernt man von den Krystallen, indem man die Schale längere Zeit in geneigter Lage stehen lässt. Es ist nicht rathsam, die Krystalle scharf zu trocknen, da sie sonst Krystallwasser verlieren. Aus dem gleichen Grunde müssen sie in einem geschlossenen Gefäss aufbewahrt werden.

Quecksilberoxydulsulfat. Das zu verwendende Quecksilberoxydulsulfat darf nicht durch ein basisches Salz gelblich gefärbt sein. Ist dies der Fall, so verrühre man ein Gewichtstheil des Salzes mit zwei Gewichtstheilen destillirten Wassers und füge unter stetem Umrühren soviel von einer Lösung, die ein Theil Schwefelsäure auf 1000 Theile Wasser enthält, hinzu, dass die Gelbfärbung eben verschwindet. Die Flüssigkeit giesse man sodann ab und spüle den Brei einige Male mit destillirtem Wasser durch, jedoch ohne dadurch wieder eine Gelbfärbung hervorzurufen. Ist das trockene Quecksilberoxydulsulfat von vornherein weiss und zeigt es beim Schütteln mit destillirtem Wasser erst nach längerer Zeit eine schwache Gelbfärbung, so ist es ohne Weiteres zu gebrauchen. Zeigt sich diese Färbung beim Schütteln mit Wasser überhaupt nicht, so ist das Salz mehrmals mit destillirtem Wasser auszuwaschen, bis sich die ersten Spuren einer Gelbfärbung zeigen. Hat man das Salz zu seiner Reinigung befeuchten müssen, so suche man durch mechanische Mittel das Wasser möglichst zu vertreiben, trockene es jedoch nicht durch Erwärmung, da sonst stets wieder die Gelbfärbung eintritt. Um nicht das feuchte Salz aufbewahren zu müssen, unterziehe man nur soviel Salz dem oben beschriebenen Verfahren, wie für den jedesmaligen Zweck gerade nöthig ist.

Zur Bereitung der Paste füge man zu zwei Gewichtstheilen des Sulfates etwa ein Gewichtstheil Quecksilber. War das Sulfat trocken, so verrühre man dasselbe mit einem aus Zinksulfatkrystallen und konzentrirter Zinksulfatlösung gebildeten Brei, so dass das Ganze eine steife Masse bildet, die überall von Zinksulfatkrystallen und kleinen Quecksilberkügelchen durchdrungen ist. War das Sulfat dagegen durch Wasser befeuchtet, so füge man nur Zinksulfatkrystalle hinzu, beachte jedoch sorgfältigst, dass sie im Ueberschuss vorhanden sind und nach längerem Stehen nicht mehr gelöst werden. Das Quecksilber muss auch hier die

[1]) Die Reinigung des Zinksulfates durch Elektrolyse ist im chemischen Laboratorium der Reichsanstalt ausgearbeitet worden.

Paste in kleinen Kügelchen völlig durchsetzen. Man thut gut, die Zinksulfatkrystalle vor der Verwendung etwas zu zerkleinern, da sich dann die Paste später besser behandeln lässt.

Nähere Einzelheiten über die Herstellung der Elemente.

Für die Herstellung der Quecksilber als positive Elektrode enthaltenden Elemente ist folgendes zu bemerken. Um die Einfüllung des heissen Zinkamalgams vorzubereiten, setzt man zunächst das gut gereinigte und sorgfältig getrocknete Glasgefäss in ein heisses Wasserbad. Dann schiebt man eine passende, dünnwandige Glasröhre durch den Hals des Gefässes möglichst auf den Grund desjenigen Schenkels, der zur Aufnahme des Amalgams dienen soll. Die Röhre ist so weit zu wählen, wie es bei den Abmessungen des Gefässes eben möglich ist; sie soll die übrigen Theile des Gefässes vor Verunreinigung durch das Amalgam schützen. Zum Einfüllen des Amalgams dient ein etwa 10 *cm* langes, an einem Ende zu einer feinen Spitze ausgezogenes Glasrohr, auf dessen anderes Ende ein etwa 3 *cm* langer, oben durch einen kurzen Glasstab verschlossener Gummischlauch geschoben ist. Die ausgezogene Spitze wird unter die Oberfläche des in einer Schale erhitzten, flüssigen Amalgams gebracht, und darauf durch Drücken und Wiederloslassen des Gummischlauches ein Theil des Amalgams in das Rohr gesaugt. Die Spitze wird nun schnell durch Abwischen mit Filtrirpapier von den ihr äusserlich anhaftenden, auf der Oberfläche des Amalgams schwimmenden Verunreinigungen befreit, sodann durch die weitere Röhre, welche sich bereits in dem für die Aufnahme des Amalgams bestimmten Schenkel befindet, auf den Grund desselben geführt und hier durch Druck auf den Gummischlauch geleert. Die Spitze der Röhre muss so fein sein, dass das Amalgam nur beim Drücken des Gummischlauches austritt. Diesen Vorgang wiederholt man so oft, bis der Schenkel die gewünschte Menge Amalgam enthält. Das Gefäss wird sodann aus dem Wasserbade entfernt; nach dem Erkalten muss das Amalgam fest auf dem Grunde des Schenkels haften und eine blanke, metallisch glänzende Oberfläche zeigen.

Zur Einführung des Quecksilbers und der Paste bedient man sich eines passenden Trichters mit langem Rohre. Die Paste ist so einzufüllen, dass sie oben die Wandungen des Gefässes nicht benetzt, und kann, wenn sie sich nicht frei im Trichterrohr bewegt, durch Nachschieben mit einem Glasstabe eingeführt werden.

Man bedeckt zweckmässig die Paste und das Zinkamalgam vor dem Eingiessen der Zinksulfatlösung mit den Krystallen, da dieselben ein Aufsteigen der Paste verhindern, wenn sie durch die Lösung benetzt wird. Man vermeide beim Einfüllen, dass die Zinksulfatkrystalle und die Paste grössere Luftblasen eingeschlossen enthalten; dieselben lassen sich durch Klopfen leicht entfernen.

Soll das Element als positive Elektrode ein amalgamirtes Platinblech enthalten, so ist die Amalgamirung desselben in folgender Weise vorzunehmen. Das Gefäss des Elementes wird zunächst mit Königswasser gefüllt und in einem Sandbade soweit erhitzt, dass an den Platintheilen eine lebhafte Gasentwicklung stattfindet. Nachdem das Gefäss hierauf mit Wasser ausgespült ist, wird in den für die Aufnahme des Zinkamalgams dienenden Schenkel Quecksilber geschüttet und das ganze Gefäss mit konzentrirter Quecksilberoxydulnitratlösung gefüllt, der etwas Salpetersäure zugesetzt ist. Dann verbindet man das Quecksilber mit dem positiven und das zu amalgamirende Platinblech mit dem negativen

Pole einer Batterie und schickt durch die Lösung solange einen Strom von etwa 0,5 *Amp.*, bis das Platinblech völlig mit fest auf ihm haftenden Quecksilberkügelchen bedeckt ist. Der ganze Vorgang dauert etwa 5 Minuten. Hierauf wird das Gefäss gründlich mit destillirtem Wasser ausgespült, so dass keine Spur des Nitrates in ihm enthalten bleibt.

Das Zinkamalgam wird unter Anwendung der oben beschriebenen Vorsichtsmaassregeln eingefüllt, während sich der für seine Aufnahme bestimmte Schenkel in heissem Wasser befindet. Nach dem Erkalten wird es mit Zinksulfatkrystallen überdeckt, denen nach dem Einfüllen soviel konzentrirte Zinksulfatlösung zugesetzt wird, dass das Ganze einen Brei bildet. Man lässt das Gefäss ruhig zwei Tage stehen, sodass sich die Krystalle eng aneinander schliessen und eine für die Paste schwer durchlässige Schicht bilden, und füllt schliesslich das ganze Gefäss mit dieser an.

Folgende Gesichtspunkte sind bei der Zusammensetzung der Elemente ganz besonders zu beobachten.

1. Das als positive Elektrode dienende Quecksilber muss peinlichst frei von Verunreinigungen durch positivere Metalle gehalten werden. Es ist ganz besonders dafür Sorge zu tragen, dass bei der Zusammensetzung des Elementes nicht Theile des Zinkamalgams mit dem Quecksilber in Berührung treten.

2. Die Anordnung des Elementes ist stets so zu treffen, dass bei allen Temperaturen die gesammte elektromotorisch wirksame Oberfläche der Elektroden mit Zinksulfatlösung in Berührung steht, die für die betreffende Temperatur konzentrirt ist. Es sind daher zu der konzentrirten Lösung beim Einfüllen soviel Krystalle hinzuzufügen, dass sie selbst bei der höchsten Temperatur, die das Element annehmen soll, im Ueberschuss vorhanden sind.

3. Das benutzte Zinksulfat darf keine freie Säure enthalten. Einmal wird hierdurch die elektromotorische Kraft des Elementes beeinflusst und zum anderen kann durch die hierbei am Zink stattfindende Wasserstoffentwicklung der Stromkreis des Elementes unterbrochen werden. Das sich bildende Gas kann nämlich durch die Zinksulfatkrystalle nicht entweichen; es sammelt sich vielmehr unter ihnen an und schiebt sie schliesslich so in die Höhe, dass die Berührung zwischen Zink und Zinksulfat aufgehoben wird.

Um das Element leicht und sicher handhaben zu können, befestigt man es in einer verschlussfähigen Metallkapsel, die zum Einsetzen in ein Petroleumbad bestimmt ist. Ihr Deckel ist mit zwei Klemmen versehen, von denen jede durch einen Platindraht mit je einer der Elektroden verbunden ist; ihr Boden ist durchlocht, so dass das Element von dem Petroleum des Bades umspült ist. Um die Temperatur des Elementes bestimmen zu können, muss in die Kapsel ein Thermometer eingeschlossen sein, dessen Skale von aussen abzulesen ist. Am zweckmässigsten schmilzt man, wie vorstehende Figur zeigt, in den Glasstöpsel, der als Verschluss des Elementes dient, ein Thermometer ein, dessen Quecksilbergefäss möglichst tief in das Element hineindringt und dessen Skale durch den Deckel der Kapsel ragt.

Solche Elemente werden von dem Mechaniker Herrn R. **Fuess** in Steglitz bei Berlin ausgeführt und auf Wunsch der Besteller in der Reichsanstalt geprüft und beglaubigt.

Ein Thermostat für Temperaturen zwischen 50 und 300 Grad.

Von
A. Mahlke in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die Prüfung der bei der Reichsanstalt eingereichten Thermometer ist innerhalb der Temperaturen zwischen 50° und 300° in der Regel in Dampfbädern ausgeführt worden, wie dies in dieser Zeitschrift früher beschrieben worden ist.[1]) Nur in einzelnen Fällen, wo es sich um Temperaturen handelte, für die keine Flüssigkeiten mit genügend konstantem Siedepunkt beschafft werden konnten, war es nöthig, die Prüfung in einem Oelbade vorzunehmen. Dieses wurde in der Weise hergestellt, dass zwei Becher von verschiedenen Dimensionen in einander gesetzt, und der innere von ihnen, sowie der Zwischenraum zwischen beiden mit Oel angefüllt wurden. Nachdem ein solches Bad durch Erhitzen auf die gewünschte Temperatur gebracht war, wurden mittels eines auf und nieder bewegten Rührers die verschieden erwärmten Flüssigkeitsschichten in demselben durch einander gemischt, um in dem ganzen Bade eine gleichmässige Temperatur zu erzielen.

Diese Oelbäder standen jedoch den Dampfbädern an Konstanz und Gleichmässigkeit sehr nach, auch fand beim Erhitzen derselben über 150° hinaus eine starke Dampfentwicklung statt, was die Vergleichung der Thermometer bedeutend erschwerte.

Um diesen Nachtheilen abzuhelfen, wurde der im Folgenden beschriebene Apparat hergestellt, der in der Werkstatt der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführt und seinen Einzelheiten nach von dem Vorsteher derselben, Herrn Franc von Liechtenstein, konstruktiv durchgebildet worden ist.

Für den Entwurf des Apparates waren folgende Absichten maassgebend:

1) Sollte das Flüssigkeitsbad auf allen Seiten von einer isolirenden Luftschicht umgeben sein, welche die Einwirkung der Wärmequelle und der Ausstrahlung verlangsamte, sowie eine Ausgleichung dieser beiden Faktoren ermöglichte, um die Temperatur in demselben konstant zu erhalten.

2) Sollte das Bad in allen seinen Theilen möglichst gleiche Temperaturen besitzen,

3) stets das gleiche Niveau haben auch bei der durch Erhitzen bewirkten Ausdehnung der Flüssigkeit, damit die in das Bad getauchten Thermometer stets um das gleiche Stück aus demselben hervorragten und dadurch die Korrektion für den herausragenden Faden derselben genau bestimmt werden konnte.

4) Endlich war das Entweichen von Dämpfen in die Atmosphäre zu verhindern.

Aus diesen Bedingungen ergab sich für den Apparat die a. f. S. dargestellte Form. Der Apparat besteht zunächst aus zwei in einander gefügten zylindrischen Gefässen *A* und *B*, die aus 1 *mm* starkem Kupferblech mit Hartloth hergestellt sind. Zum Verschluss derselben dienen zwei Deckel *C* und *D* aus 3 *mm* dicken Messingplatten, die auf den Gefässen mit Schrauben befestigt und gegen diese mittels Asbestringen abgedichtet sind, um ein Entweichen der Oeldämpfe zu verhindern. In dem oberen der beiden Deckel *C* befinden sich konische Ausbohrungen, in welche die zu vergleichenden Thermometer mittels passend geformter Korke *k*

---

[1]) *Diese Zeitschr. 1890. S. 233.* Wiebe, Vergleichung des Luftthermometers mit Quecksilberthermometern in Temperaturen zwischen 100° und 300°.

eingesetzt werden. An den entsprechenden Stellen besitzt auch der untere Deckel Löcher k_1, durch welche die Thermometer frei hindurchgesteckt werden können. Das kleinere der beiden Gefässe ist so in dem äusseren angebracht, dass sich zwischen den Deckeln, sowie den Seitenwänden derselben ein Zwischenraum von 2 *cm* und zwischen den Böden ein solcher von 3 *cm* befindet. Beim Anheizen werden nun zunächst der Boden und die Seitenwände des äussern Gefässes erhitzt und von diesen die Wärme auf die das Oelbad von allen Seiten umgebende

Luftschicht übertragen. Die unteren Theile derselben werden am meisten erhitzt und steigen vermöge ihrer grösseren Leichtigkeit empor in den Raum zwischen den beiden Deckeln, wo durch Ausstrahlung eine theilweise Abkühlung erfolgt, die wieder ihr Herabsinken in den Raum zwischen den beiden Böden veranlasst. Es muss also in der Luftschicht eine stete Zirkulation von oben nach unten stattfinden und das von dieser eingeschlossene Oelbad von allen Seiten nahezu gleichmässig erwärmt werden, wozu das zur Herstellung der Gefässe benutzte Kupfer wegen seiner grossen Leitungsfähigkeit für Wärme noch wesent-

lich beiträgt. Ferner ist es aber auch möglich, in dem Bade eine konstante Temperatur zu erhalten, indem man den durch die Ausstrahlung am Deckel verursachten Wärmeverlust durch die Wärmezufuhr vom Boden aus genau ausgleicht.

Um nun in dem Bade seiner ganzen Ausdehnung nach auch eine möglichst gleichmässige Temperatur zu erzielen, wurde demselben eine geeignete Form gegeben und ein für diese passendes Rührwerk angebracht. Als solches wurden zwei Schraubenflügel F und F_1 mit vertikalen Axen angewandt, die sich in zwei Zylindern E und E_1 drehen, und so in diesen Strömungen in vertikaler Richtung erzeugen. Die Zylinder reichen unten nur bis 3 *cm* vom Boden des innern Gefässes herab und sind oben an den Deckel desselben angeschraubt, doch besitzen sie oben weite Oeffnungen, durch welche das unten vom Boden des Gefässes durch die Drehung der Schraubenflügel aufgesaugte Oel wieder ausströmt. Die Form und die Dimensionen des Apparates, sowie des Rührwerkes sind die folgenden: Die Grundflächen der beiden umschliessenden Behälter bilden Rechtecke, die an ihren kurzen Seiten durch Halbkreise abgestumpft sind. Die Länge des innern derselben beträgt 29 *cm*, seine Tiefe 13 *cm*; dementsprechend hat der äussere eine Länge von 33 *cm* und eine Tiefe von 17 *cm*; beim ersteren beträgt die Höhe 30 *cm*, beim letzteren 35 *cm*. Auf dem Boden des inneren Gefässes, dort wo die Mittelpunkte der die Grundfläche abstumpfenden Halbkreise sich befinden, ruhen die Axen der Schraubenflügel. Dieselben sind mittels Stopfbüchsen s und s_1 durch die Deckel der Gefässe hindurchgeführt und tragen an ihrem obern Ende Scheiben G und G_1, die vermöge einer um dieselben gelegten Schnur das Drehen der Flügel durch einen kleinen Wassermotor ermöglichen. Der Durchmesser der Flügel und der sie umschliessenden Zylinder beträgt 7 *cm* und der Abstand der letzteren von der runden Wandung 3 *cm*.

Durch diese Vorrichtung werden zwei Ströme von grosser Breite hervorgerufen, die sich aussen der Wandung entlang und im Innern, wo sich die zu vergleichenden Thermometer befinden, fortpflanzen. Die Flüssigkeit wird durch dieselben in ihren verschiedenen Theilen mit ziemlich gleichmässiger Geschwindigkeit fortbewegt und Stauungen und dadurch hervorgerufene ungleichmässige Erwärmung derselben werden vermieden. Auch wird den einzelnen Flüssigkeitstheilchen durch die Flügel eine spiralförmige Bewegung gegeben, wodurch bewirkt wird, dass jedes Theilchen die Wandung nur kurze Zeit hindurch berührt und darauf wieder in das Innere des Gefässes zurückkehrt. Dadurch wird erreicht, dass in einem verhältnissmässig kurzem Zeitraume alle Theile der Flüssigkeit mit der Wandung in Berührung kommen und erstere also in ihrer gesammten Masse gleichmässig erwärmt wird.

Das Niveau der Flüssigkeit wird in dem Apparat dadurch auf derselben Höhe gehalten, dass von dem obern Rande des innern Gefässes ein Rohr R nach aussen mündet. Beim Anheizen wird der Apparat bis zu diesem Rohr mit Oel gefüllt. Dehnt sich dasselbe aus, so fliesst der überschüssige Theil desselben durch das Rohr ab, und der Apparat bleibt stets bis zu gleicher Höhe gefüllt.

Das Ausflussrohr ist durch den Mantel des äussern Gefässes in einer Stopfbüchse s_2 durchgeführt. Dasselbe ist mit den Axen des Rührwerks und dem Ausflusshahn H, der sich unten am Gefässe befindet, bei s_3 geschehen. Es können deswegen nur durch das Ausflussrohr mit dem überschüssigen Oel Dämpfe von der erhitzten Flüssigkeit ausströmen. Dieselben kondensiren sich aber entweder in dem Rohr selber, oder in dem Gefäss J, in welchem das überschüssige Oel auf-

gefangen wird. Auf diese Weise wird es verhindert, dass die sehr lästigen Oeldämpfe in die Atmosphäre gelangen, ein Zweck, dem der Apparat vermöge seiner sorgfältigen Ausführung vollkommen genügt.

Dass derselbe auch in sonstiger Beziehung den gestellten Anforderungen entspricht, mögen einige Vergleichungen darthun, die in demselben mit Normalthermometern der Reichsanstalt ausgeführt wurden. Zwischen 100 und 200° wurden 5 Thermometer wiederholt verglichen, die nach Anbringung der erforderlichen Korrektionen folgende Temperaturen ergaben:

	F 253	*F 254*	*F 255*	*F 257*	*F 338*	*Mittel*
10. Januar 1893:	121,14	121,12	121,15	121,11	121,13	121,13
	142,54	142,54	142,54	142,53	142,53	142,54
	158,94	158,96	158,97	158,94	158,92	158,95
	181,87			181,91	181,89	181,89
11. Januar 1893:	119,78	119,80	119,80	119,79	119,81	119,80
	137,46	137,45	137,47	137,43	137,46	137,45
	158,69	158,66	158,68	158,68	158,68	158,68
	178,86			178,87	178,88	178,87
	198,46			198,43	198,42	198,44

Ebenso wurden bei der Vergleichung von 2 Thermometern zwischen 200 und 300° folgende Temperaturangaben erhalten:

	F 259	*F 340*
12. Januar 1893:	231,44	231,44
	254,08	254,08
	276,54	276,53
21. März 1893:	247,45	247,46

Aus diesen Reihen ist zu ersehen, dass in dem Oelbade während der Vergleichungen eine soweit konstante und gleichmässige Temperatur herrschte, dass ihre Abweichungen innerhalb der Grenzen der beim Ablesen der Thermometer begangenen Beobachtungsfehler blieben und demnach ein solches Temperaturbad den Dampfbädern im Allgemeinen an Konstanz und Gleichmässigkeit nicht nachsteht. Dass der Apparat den gestellten Anforderungen in dieser Weise entsprochen, ist nur möglich gewesen durch die sorgsame Ausarbeitung seiner Einzelheiten, die ihm durch Herrn v. Liechtenstein zu Theil geworden.

Neuer Helmholtz'scher Farbenmischapparat.

Von

Franz Schmidt & Haensch in Berlin.

Anlässlich der Feier des 70. Geburtstages Sr. Excellenz des Herrn H. von Helmholtz, am 2. November 1891, überreichte die *Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik* dem grossen Forscher zum Ausdrucke ihrer Verehrung und Dankbarkeit einen von ihm selbst vor Jahren angegebenen, inzwischen noch mit mehreren Aenderungen nach Angaben des Herrn Professor Arthur König versehenen Farbenmischapparat.

Die ältere Konstruktion des Apparates ist bereits in Helmholtz' *Physiologische Optik, 2. Aufl. S. 355* beschrieben worden; die neuere, von der Firma Franz Schmidt & Haensch in Berlin ausgeführte Form soll im Nachstehenden erläutert werden.

Auf einem grossen eisernen mit Stellschrauben versehenen Dreifusse steht eine starke Säule mit dem Prismenteller *o* (Fig. 1); mit demselben fest verbunden ist das Beobachtungsrohr (ohne Okular) *m*. Zwei Kollimatorrohre *p b* und p^1 b^1 sind vermittels Alhidade und Zapfen um *o* drehbar; mit ihnen drehen sich durch Mikrometerschraube zugleich die beiden Lampen *d* und d^1; eine Verlängerung der Alhidaden giebt auf einem Kreissegment die Stellung in $^1/_{100}$ Grad ausgedrückt an.

Bei *p*, p^1, p^2 und p^3 befinden sich bilaterale Spalten, d. h. solche, bei welchen beide Backen entgegengesetzt gleichmässig bewegt werden können. Ein ebensolcher kleinerer Spalt ist am Beobachtungsfernrohre im Punkte *m* angebracht; die Höhe dieses Spaltes kann noch durch zwei Schieber verändert werden. Sämmtliche Spalte sind mit mikrometrischer Ablesung versehen. Für das Fern-

Fig. 1.

rohr liegt dem Apparate ein aufsteckbares Okular bei, mit dessen Hilfe das Fernrohr auf unendlich eingestellt wird, so dass der kleine Augenspalt genau im Bildpunkte liegt. —

Der Zweck des Apparates ist, zwei nebeneinander liegende Farbenfelder herzustellen, deren jedes aus der Mischung von zwei Farben, die einer beliebigen Spektralregion entnommen sind, besteht; jede einzelne Farbe kann quantitativ geändert werden.

Es ist wohl ohne Weiteres ersichtlich, dass jeder der beiden Kollimatoren, wenn erleuchtet und mit dem Objektiv ausgerüstet, ein Spektrum in *m* giebt. Ist der Apparat gut justirt, so decken sich diese beiden Spektren, derart, dass die Lage eine entgegengesetzte ist: die rothe Region vom rechten Kollimator wird in *m* links erscheinen, während vom linken Kollimator an dieser Stelle die

blaue Region liegt. Mittels Mikrometerschrauben können beide Kollimatoren und hiermit auch selbstverständlich die Spektren verschoben werden. Wenn nun im Okularspalte eine Region des Spektrums aus dem einen Kollimator fixirt ist, so kann durch die Mikrometerschraube des zweiten Kollimators ein beliebiger Theil vom andern Spektrum mit der fixirten Region zur Deckung gebracht und somit eine Mischfarbe aus zwei verschiedenen Spektralregionen hergestellt werden. — Innerhalb der Kollimatoren befinden sich ferner die doppeltbrechenden Prismen r und r^1; dieselben lassen sich durch Zahn und Trieb vom Spalt bis zum Objektiv beliebig bewegen; eine Millimeter-Skale giebt die jedesmalige Stellung an. Die brechende Kante dieser doppeltbrechenden Prismen steht parallel zum Spalt. Findet nun nicht gerade absolute Berührung zwischen dem Prisma und dem Spalte

Fig. 2.

statt, so wird ein Doppelbild des Spaltes entworfen, bezw. jeder Kollimator entwirft zwei Spektren, die rechtwinklig zu einander polarisirt sind; je weiter die Prismen vom Spalte abstehen, umsomehr rücken die Spektren übereinander weg, sodass schliesslich Roth mit Blau zur Deckung gebracht werden kann.

Alle diese Beobachtungen sind mit aufgestecktem Okulare zu machen; ohne dieses erscheint — indem man das Auge hart an den Spalt des Beobachtungsfernrohres bringt — das Objektiv in zwei farbige Hälften getheilt, getrennt durch eine vertikale Linie, die durch die brechende Kante des Prismas o gebildet wird. Die Farbe der beiden Objektivhälften wird durch die jeweilige Kollimatorenstellung hervorgebracht.

Für die weitere Beobachtung ist noch erforderlich, dass nicht allein durch die Spaltöffnungen eine verschiedene Helligkeit der Farben hergestellt werden

kann, sondern dass auch noch jedes der einzelnen Spektren für sich in seiner Stärke zu variiren ist. Dies geschieht, indem vor die beiden Spalte noch zwei grosse Glan'sche Nikols mit Theilkreis für Minuten-Ablesung gebracht worden sind; jedes einzelne der drehbaren Nikols kann gebremst werden. Nun kann durch die Stellung der Nikols zu den in den Kollimatoren befindlichen doppeltbrechenden Prismen die durchgehende Lichthelligkeit nach Wunsch verändert werden. Zum Schutz gegen die Wärmestrahlen befindet sich zwischen den Nikols und den Lampen je ein Absorptionskasten.

Fig. 3.

Bei den Versuchen des Herrn Professor Arthur König stellte es sich heraus, dass es noch nothwendig sei, den oben erwähnten Farben auch weisses Licht beimengen zu können. Es wurden deshalb die beiden Kollimatoren *ac* und *a'c'*

Fig 4.

mit angefügt; dieselben reflektiren, wie aus der Figur ersichtlich, das Licht der erleuchteten Spalte nach *m*; *a* und *a'* sind kleine Lampen, die zur Erleuchtung der beiden Spalten dienen.

Neuerdings ist ferner die Lummer-Brodhun'sche Methode der Lichtmessung (Vgl. *diese Zeitschr. 1889. S. 41. 461. 1892. S. 41. 132.*) auf Wunsch des Herrn Prof. A. König für den vorliegenden Apparat verwendet worden. Wie schon bemerkt, werden in Fig. 1 die zu beobachtenden beiden farbigen Objektivhälften durch einen vertikalen, von der Kante des Prismas *o* herrührenden scharfen schwarzen Strich getrennt, wodurch die Empfindlichkeit der Einstellung beträchtlich herabgesetzt wird. Fig. 2 stellt nun den Apparat in Verbindung mit dem Lummer-Brodhun'schen Gleichheitswürfel *w* dar, durch welche Anordnung man die erwähnte Trennungslinie fortzubringen hofft: Das Licht des linken Kollimators geht nach

Brechung im Prisma in das Parallelepiped, wird hier zweimal total reflektirt und das Bild erscheint, wie früher, in *m*. Das Parallelepiped muss so gross sein, dass es das ganze Objektiv des Beobachtungsfernrohres ausfüllt. An der einen Seite des Parallelepipeds sitzt, wie aus der Skizze ersichtlich, ein rechtwinkliges Prisma, dessen Hypotenusenfläche kurvenförmig angeschliffen ist, mit Ausnahme einer kleinen in der Mitte befindlichen planen Fläche von 10 *mm* Durchmesser. Findet eine gute Berührung des Parallelepipeds und dieses planen Theiles der Hypotenusenfläche des rechtwinkligen Prismas statt, so wirkt dieser Theil des Würfels wie ein planes Glas und die Strahlen des rechten Kollimators gehen ungehindert durch, ebenfalls ihren Vereinigungspunkt wieder in *m* findend.

Die Gesichtsfelder in Fig. 1 und Fig. 2 werden demnach wie in Fig. 3 (a. v. S.) erscheinen, wo das Bild links der Anordnung Fig. 1, das Bild rechts der Anordnung Fig. 2 entspricht.

Fig. 4 stellt den Apparat nach photographischer Aufnahme in etwa $^1/_{10}$ der wirklichen Grösse dar.

Ueber Theorie und Gebrauch des Apparates vgl. v. Helmholtz' *Physiologische Optik, 2. Aufl. S. 355,* sowie A. König und Dieterici: „*Die Grundempfindungen in normalen und anormalen Farbensystemen und ihre Intensitätsvertheilung im Spektrum.*" Verlag von Leopold Voss in Hamburg. Sonderabdruck aus *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane.*

Referate.

Einige Bemerkungen zur Aufzeichnung der Variationen des Erdmagnetismus.

Von M. Eschenhagen. *Meteorolog. Zeitschr. 9. S. 450. (1892.)*

Vom Herrn Verfasser mitgetheilt.

Zur selbthätigen Aufzeichnung der erdmagnetischen Variationen hat man seit mehr als 30 Jahren sich einer photographischen Methode bedient, bei welcher bekanntlich das von einer Lichtquelle (Spalt) ausgehende Licht durch die Spiegel des Magnetometers reflektirt und durch geeignete Linsen konzentrirt in Gestalt von Lichtpunkten auf die proportional der Zeit rotirenden Walzen oder einen herabgleitenden Rahmen fällt. Bei der ersten Einrichtung der zu Kew in England erfundenen Konstruktion gebrauchte man als Belag der Walzen lichtempfindliches Wachspapier, dessen Herstellung mindestens unbequem war, während die aufgezeichneten Kurven an Schärfe und Deutlichkeit viel zu wünschen übrig liessen. Erst nachdem im Jahre 1882 das Bromsilbergelatinepapier eingeführt wurde, erzielte man in der photographischen Aufzeichnung eine Vollkommenheit, welche die Anwendbarkeit der Methode auch für weitergehende Zwecke sichert. Auf einige Fragen, welche in dieser Richtung von Belang sind, und die Versuche, dieselben im Magnetischen Observatorium zu Potsdam zu lösen, soll nachstehend aufmerksam gemacht werden.

Bei der Verwerthung der Aufzeichnungen kommt es wesentlich auf zwei Punkte an: Angabe der Zeit und der Länge der jener entsprechenden Ordinate der Kurve. Die Genauigkeit, mit welcher die Zeit gemessen werden kann, hängt von der Länge der Abszisse ab; nach internationaler Vereinbarung zu München 1891 ist für eine Stunde die Länge von 15 *mm* festgesetzt worden; es würde also keine Schwierigkeit machen, 0,1 *mm*, also 0,4 Zeitminuten auf der Abszisse festzulegen — vorausgesetzt, dass die Abszissenlinie und vor allem die Zeitmarken auf derselben, die man gewöhnlich durch Abblenden des festen Lichtpunktes auf kurze Zeit (2 bis 5 Minuten) herstellt, genügend scharf begrenzt sind. Diese Bedingung ist nicht immer erfüllt, da jeder Lichtpunkt einen gewissen Umfang behalten muss, welcher nicht selten eine unregelmässige Gestalt annimmt. Die

Schätzung der Mitte des Lichtpunktes kann daher niemals mit derselben Schärfe ausgeführt werden wie die Ablesung eines Skalentheils im Fernrohr mit Fadenkreuz. Abgesehen von der Uhrkorrektion kommt in vielen Fällen noch eine konstante Zeitkorrektion hinein durch den Umstand, dass die beiden Lichtpunkte, der feste und der bewegliche, sich nur selten auf genau gleiche Höhe bringen lassen, so dass der letztere beim Hin- und Herschwingen genau die Mitte des ersteren passirt. Der entstehende Fehler ist leicht zu ermitteln und in Rechnung zu ziehen; beträchtlicher sind aber die Ungenauigkeiten, die — namentlich bei lebhaften Schwankungen der Kurven — durch ungenaues Aufwärtslothen von der Abszisse als Basislinie entstehen. Diese machen sich sowohl in der Zeitangabe wie auch in der Länge der auszumessenden Ordinate bemerkbar, sie können in letzterer bei steilen Krümmungen leicht den Betrag von 1 *mm* erreichen und sogar überschreiten, so dass gleichzeitige direkte Skalenablesungen die Entnahme der Ordinaten aus den Kurven nicht immer vertrauenerweckend erscheinen lassen. Andererseits ist klar, dass auch die Häufung einer grossen Zahl von direkten Skalenbeobachtungen niemals das vollkommene Bild einer registrirten Kurve wird ersetzen können. Wir müssen also dahin streben, letztere in der Zeichnung so vollkommen als möglich herzustellen, zumal ausser der Möglichkeit der Entnahme genauer Werthe nach Zeit und Maass eine Reihe von Einzelheiten sich erkennen lassen, deren Auftreten zur Charakterisirung der Schwankungen des Erdmagnetismus vielleicht nicht unwesentlich sein mag.

Um die angedeuteten Zwecke zu erreichen, wurde im Magnetischen Observatorium zu Potsdam den Kurven zunächst eine längere Ausdehnung der Abszissen gegeben (statt 15 *mm* pro Stunde 20 *mm*), ausserdem aber durch sorgfältige Regulirung des Spaltes und der Linsen eine besondere Feinheit der Kurven erzielt. Hierdurch wurde es möglich, sehr kleine und schnelle Schwingungen der Magnetnadeln, wie dieselben z. B. meist bei Nahgewittern und oft auch bei Erdbebenerscheinungen auftreten, zu erkennen, während dieselben — insbesondere die der Gewitter, — bei dicken Kurven und kurzen Abszissen wohl den meisten früheren Beobachtern verloren gingen. (Um die zum Vergleiche mit den Kurven anderer Observatorien erwünschte Gleichmässigkeit der Abszissen zu wahren, werden Kopien in verkleinertem Maassstabe gefertigt.) Die Dicke der Linien, die leicht 1 *mm* und mehr betragen kann, ist abgesehen von der Weite der Spaltöffnung dem Umstande zuzuschreiben, dass der Brennpunkt der chemisch wirksamen Strahlen einer Linse nicht mit dem optischen zusammenfällt; dieser Umstand wirkt namentlich ungünstig auf die von den Randstrahlen der Linse herrührenden Bilder, die zu Nebenschatten Anlass geben. Diesen Uebelstand beseitigt man am besten durch Abblendung der Randstrahlen, — indem man eine Blende (aus Papier) auf die Linse setzt und den chemischen Brennpunkt durch Versuche ermittelt; ferner auch durch genügende Kleinheit der Spiegel (es genügen Spiegel von der Grösse 12×16 *mm*). Befindet sich, was am vortheilhaftesten ist, die zur Konzentration dienende konvexe Linse dicht am Magnetometer und ist dieselbe gleich weit von der Lichtquelle (Spalt) wie vom Bild (Lichtpunkt) entfernt, so ist klar, dass die Kurve nur eine Dicke haben kann, die gleich der Spaltweite ist. Bei den älteren Registrirsystemen (Kew-Modell) ist dieser wichtige Gesichtspunkt übersehen; man erhält hier, da die Linse dem Spalt näher liegt, sogar vergrösserte Bilder. Bei dem vom Mechaniker Wanschaff-Berlin für das Magnetische Observatorium zu Potsdam gearbeiteten Registrirapparat befindet sich die Lichtquelle — eine einzige Benzinlampe, deren Unterhaltungskosten sich auf 10 Pfennig für 24 Stunden belaufen — zentral über den vier symmetrisch um das Uhrwerk gelagerten Walzen; der Spalt hat eine Breite von 0,25 *mm*; es ist gelungen, die vollkommen scharfen Kurven in einer gleichen Dicke zu erhalten, so dass das Ablesen mit einer Millimeter-Glasskale ein sehr gutes ist, welches Zehntel-Millimeter sicher zu schätzen erlaubt. Das Aufwärtslothen beim Ausmessen der Ordinate wird wesentlich sicherer, wenn eine Glasskale mit doppelter Nulllinie benutzt wird, zwischen welche die Basislinie der Skale gut passt.

Erwähnt muss allerdings werden, dass diese Genauigkeit nur erhalten wurde bei Gebrauch

des Bromsilbergelatinepapiers (Marke F) von Dr. Stolze in Westend bei Berlin. Dasselbe hat — wie alle Papiere — die Eigenschaft, nach dem Entwickeln beim Trocknen sich zusammenzuziehen, in der Längsrichtung des Bogens um 0,2 %, in der Querrichtung 0,5 %; diesem Umstande braucht jedoch nicht Rechnung getragen zu werden, wenn er konstant derselbe bleibt. Dies kann öfter geprüft werden, indem eine Glasskale auf den Bogen durch direktes Auflegen und Belichten photographirt und nach dem Entwickeln und Trocknen das Bild mit dem Original verglichen wird.

Um die erwähnten, durch die Lichtbrechung in der Linse hervorgerufenen Schwierigkeiten zu beseitigen, war der Versuch gemacht worden, die Planspiegel des Magnetometers durch Hohlspiegel von passender Brennweite zu ersetzen. Derselbe war auch zu völliger Zufriedenheit gelungen, als eine neue Verbesserung doch die Rückkehr zu Planspiegeln veranlasste. Der Anlass hierzu lag in dem Umstande, dass bei grossen magnetischen Störungen der bewegliche Lichtpunkt des Magnetspiegels häufig den Registrirbogen verlässt, selbst wenn derselbe wie in Potsdam eine Breite von 190 *mm* hat. Es gehen auf diese Weise die interessantesten Partien einer Störung verloren, sodass der Wunsch nach Abhilfe gewiss ein allgemeiner ist. Der Versuch, durch Prismen von bestimmtem brechenden Winkel, die man in die Bahn der Lichtstrahlen, welche vom Magnetometer nach dem Registrirapparat gehen, beiderseits einschiebt, gelang zwar, doch hatte hier die entstehende Verdoppelung der Bilder eine starke Lichtschwächung zur Folge, abgesehen davon, dass durch die Farbenzerstreuung die Bilder unscharf wurden. Es kommt dazu die Schwierigkeit, die Prismen zu reguliren und fest zu machen, was die Anbringung von Hilfsvorrichtungen am Instrument nothwendig gemacht hätte. Auf eine einfachere und zuverlässig wirkende Weise kommt man zum Ziel, wenn ein dreitheiliger Magnetspiegel angewendet wird, dessen drei Theile (Facetten) gegeneinander eine bestimmte feste Neigung haben. Ein solcher aus einem Stück bestehender Spiegel wurde vom Optiker Halle zu Steglitz bei Berlin in bester Ausführung geliefert; derselbe hat eine (horizontale) Längsdimension von 36 *mm*, in welche sich die 3 Facetten zu je 12 *mm* theilen; die Höhe beträgt 16 *mm*, die Dicke ist bis auf 2 *mm* (in der Mitte) abgeschliffen, die Normalen auf den nebeneinanderliegenden Facetten schliessen Winkel von nahezu 3° ein; der Spiegel ist mit Oberflächenbelag (Silber) versehen, welcher bei Abschluss des Instruments durch eine Glasglocke, deren Raum trocken und durch Anwendung von mit essigsaurem Bleioxyd getränktem Papier von Schwefeldämpfen frei erhalten wird, an Dauerhaftigkeit bisher nichts zu wünschen übrig lässt. Der Spiegel wiegt nur 2,80 *g*, der ganze aufgehängte Körper einschliesslich des 9,25 *g* schweren und 5 *cm* langen Magneten hat beim Deklinometer ein Gewicht von 15 *g* und ist noch um ein geringes leichter als die bisher verwendeten Gehänge nach Mascart-Carpentier'scher Konstruktion. Von diesem Spiegel werden drei Lichtbündel reflektirt, von denen gewöhnlich nur das mittlere durch die Zylinderlinse vor der Walze zu einem feinen Lichtpunkt konzentrirt wird. Die beiden äusseren, um 3° vom mittleren divergirenden fallen nur dann auf die Walze, wenn das mittlere bei einer Störung stark nach dem einen oder anderen Ende der Walze abgelenkt ist. Kurz bevor also bei Störungen der gewöhnlich mitten auf der Walze liegende Punkt dieselbe verlässt, erscheint auf der entgegengesetzten Seite ein anderer Punkt, welcher nachher die Aufzeichnung übernimmt. Es ist klar, dass auf diese Weise für die Registrirung ein Spielraum von 9° gewonnen wird, der für die Verhältnisse mittlerer Breiten wohl stets, für arktische Regionen bei etwas verringerter Empfindlichkeit wohl meist genügen wird.

Vorläufig ist die Anbringung dieses Spiegels nur bei einem Reserveapparat geschehen, für dessen Registrirung die vierte Walze des Magnetographen zur Verfügung stand. Die Lichtpunkte der beiden äusseren Spiegel zeichnen Kurven, die nur sehr wenig unschärfer als die vom mittleren herrührenden sind, was wohl dem Umstande zuzuschreiben sein dürfte, dass die Linse vor dem Instrument den geringen Durchmesser von 46 *mm* hat. Bei Anwendung einer grösseren Linse würde auch dieser kleine Uebelstand schwinden.

Es sei schliesslich noch bemerkt, dass auch die photographische Aufzeichnung der Temperatur eines im Innern des Instruments befindlichen Metallthermometers mit Erfolg versucht wurde; leider genügte das Thermometer nicht; der geplante Ersatz durch ein Bourdon'sches Rohr dürfte bessere Resultate liefern.

Thermobatterie.

Von K. Noack. *Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr.* **6.** *S. 63. (1892.)*

Zehn Paare von Nickel- und Eisendrähten sind an den Enden zickzackförmig zusammengelöthet und mittels Gummistopfen in die seitlichen Rohransätze zweier Messingrohre so eingefügt, dass sich die Löthstellen in den Axen dieser Rohre befinden. Jedes dieser Rohre besitzt an den geschlossenen Enden je eine dünne Röhre zum Zu- und Ableiten des Kühlwassers oder Dampfes und oben in der Mitte einen Stutzen zum Einsetzen von Thermometern. Das Ganze sitzt in einem Holzrahmen. Die Theile der Drähte, die sich innerhalb der Messingrohre befinden, sind gut gefirnisst. *H. H.-M.*

Laboratoriumsapparat zur Ausführung von Destillationen mit überhitzten Wasserdämpfen.

Von B. Jaffé. *Ber. d. d. chem. Ges.* **26.** *S. 123. (1893.)*

Destillationen mit überhitzten Wasserdämpfen werden in der Technik zu vielen Zwecken mit Vortheil angewendet; im Laboratorium stiess die Ausführung derartiger Destillationen bisher auf Schwierigkeiten, zumal es hier oft schwer ist, den überhitzten Wasserdampf zu erlangen und auch, wenn derselbe vorhanden ist, den Apparat genügend zu dichten. Deshalb ist eine Vorrichtung, welche geeignet ist, diese Lücke auszufüllen, mit Dank zu begrüssen. Verfasser bringt die zu destillirende Flüssigkeit in eine tubulirte Retorte, deren Hals mit einem für den jeweiligen Zweck geeignet zusammengesetzten System von Vorlagen in Verbindung steht. Die letzte derselben ist an eine Wasserstrahlluftpumpe angeschlossen. Durch den Tubus der Retorte reicht ausser dem Thermometer ein offenes 3 bis 4 *mm* weites Kupferrohr; es wird darin mittels eines durchbohrten Stückes Asbestpappe befestigt, worauf das Ganze gut mit Lehm verschmiert wird. Das Rohr lässt man zweckmässig über dem Spiegel der Flüssigkeit in der Retorte münden; der äussere Theil des Rohres ist horizontal umgebogen. Vor seinem offenen Ende zündet man einen Brenner an; setzt man nun die Luftpumpe in Thätigkeit, so werden die Verbrennungsprodukte der Flamme zusammen mit atmosphärischer Luft in das Kupferrohr eingesogen und bewirken die Destillation der in der Retorte befindlichen Flüssigkeit, welche nöthigenfalls vorher von aussen angewärmt werden kann. *F.*

Onderhouden trillingen van gespannen draden.

(Gezwungene Schwingungen gespannter Drähte.)

Von J. Oosting. *Dissertation.*

Nach einer ausführlichen historisch-kritischen Uebersicht, welche den ersten Theil der Arbeit bildet, beschreibt der Verfasser im zweiten Theile seine experimentellen Untersuchungen. Zunächst hat er mit dem Melde'schen Stimmgabelapparat, der durch einen Elektromagneten in Bewegung gehalten wurde, über schwingende Seidenfäden Untersuchungen angestellt. Bei verschiedenen Spannungen sind die auftretenden primären, sekundären und tertiären Schwingungen beobachtet und gemessen. Die Resultate wurden mit den theoretischen Berechnungen in guter Uebereinstimmung gefunden.

Die verschiedenen Schwingungen sind auch in dem intermittirenden Lichte einer Puluy'schen Lampe stroboskopisch beobachtet. Der zum Betriebe erforderliche Ruhmkorff'sche Apparat hatte als Unterbrecher eine Stimmgabel von 128 Schwingungen,

während die Stimmgabel des Melde'schen Apparates 129,1 Schwingungen machte. Im weiteren Verlaufe der Untersuchungen hat der Verfasser auch das Helmholtz'sche Vibrationsmikroskop angewandt.

Den Haupttheil der experimentellen Untersuchungen bilden Beobachtungen über schwingende Kautschukfäden. Hierbei treten deutlich longitudinale Schwingungen auf. Das Verhältniss λ'/λ der longitudinalen zu den transversalen Schwingungen nimmt bei höherer Belastung zu; bei geringer Belastung ist die Aenderung des Quotienten nicht recht deutlich, scheint jedoch bei einer bestimmten Belastung ein Minimum zu haben. Der Verfasser hat seine Untersuchungen an Kautschukfäden weiter fortgesetzt, indem er dem einen Ende der Fäden eine kreisförmige Bewegung ertheilte, die man als eine transversale und eine longitudinale Schwingung mit $^1/_4$ Phasenverschiebung auffassen kann. Er benutzte dazu einen Griscom-Motor und eine einfache selbstkonstruirte Uebertragung. Um die Bewegung gleichförmig zu erhalten, bediente er sich eines Helmholtz'schen Regulators (*Tonempfindungen, 4. Aufl. Beilage 1*). Die gemessenen und die berechneten Schwingungswerthe stimmen auch hier gut überein. Schliesslich sind noch die auftretenden Schwingungsfiguren ausführlich beobachtet und beschrieben. *K.*

Demonstrationsapparat für Drehfeldversuche.

Von A. Weinhold. *Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr. 6. S. 7. (1892.)*

Der Apparat für Drehfeldversuche, den Weiler in der *Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr. 5. S. 189* (*diese Zeitschr. 1893. S. 32*) beschrieben hat, bietet vor allem den Vortheil, dass man mit ihm ein magnetisches Feld erzeugen kann, das sich beliebig

Fig. 1.

langsam dreht, aber er hat andererseits den Mangel, dass sich die Stromstärken der Wechselströme nicht stetig ändern und diese somit ein magnetisches Feld hervorrufen,

Fig. 2.

Fig. 3.

das sich nicht gleichförmig dreht. Um diesen Uebelstand zu mildern, hat Weinhold einen anderen Drehstromerzeuger konstruirt und auch sonst den Apparat vervollkommnet.

Sein Apparat ist in Fig. 1 abgebildet, während Fig. 2 einen schematischen Grundriss davon darstellt. Eine geschlossene Spirale aus blankem Neusilberdrahte liegt in einer Nut, die in eine kreisförmige Holzplatte eingedreht ist. Von den Punkten *a*, *b*, *c* und *d*, die um 90° von einander entfernt sind, führen Leitungen zu zwei gekreuzten Spulen *eg* und *fh* aus übersponnenem Kupferdraht. An einer Axe in der Mitte der Holzplatte ist eine Schiene *il* befestigt, die mittels der Knrbel *k* gedreht werden kann. Die Schiene trägt an ihrer Unterseite Federn, die auf zwei konzentrischen Messingringen schleifen, welche mit den Polen eines Elements von kleinem inneren Widerstand verbunden sind. Dreht man *il* mittels der Kurbel *k* gleichförmig, so werden *eg* und *fh* von Wechselströmen von 90° Phasenunterschied durchflossen und die Magnetnadel *mn* rotirt.

Fig. 4.

Fig. 5.

Verwendet man statt der beiden Spiralen *eg* und *fh* drei unter 60° sich kreuzende Spulen und verbindet je eines ihrer Enden mit einem der Punkte *c*, *o* und *p* (Fig. 2), die um 120° von einander entfernt sind, die anderen Enden aber unter sich, so erhält man beim Drehen der Schiene *il* Dreiphasenstrom. Die drei Spulen sind in Fig. 3 abgebildet. Sechs kleine Messingsäulen sind durch Kupferdrähte mit den Punkten *a*, *b*, *c*, *d*, *o* und *p* (Fig. 2) dauernd verbunden; auf vier oder drei dieser Säulchen passen die Klemmen, die an den Fussgestellen der Doppelspule (Fig. 1) oder der dreifachen Spule (Fig. 3) sitzen, und auch die Klemmen der Ringe, die in Fig. 4 und 5 abgebildet sind.

Fig. 6.

Bringt man statt der Magnetnadel eine kreisförmige Eisenblechscheibe, die in der Mitte mit einem Glas- oder Achathütchen versehen ist, oder einen Kurzschlussanker, d. h. einen Eisenring, der mit in sich geschlossenen Kupferwindungen umgeben ist und auch mittels eines Hütchens auf einer Nadelspitze sitzt, in das Drehfeld, so rotiren sie ebenfalls, falls die Schiene *il* gedreht wird.

Man kann auch anstatt der gekreuzten Spulen Eisenringe mit vier oder sechs Spulen (Fig. 4 und 5) verwenden, die so gewickelt sind, wie es in Fig. 6 angedeutet ist.

H. H.-M.

Neu erschienene Bücher.

Theorie der optischen Instrumente nach Abbe. Von Dr. S. Czapski. Breslau 1893. M. 9,60. (Sonderabdruck aus dem *Handbuch der Physik Bd. II* von A. Winkelmann.

Wenn wir im Folgenden, abweichend von der Gewohnheit dieser Zeitschrift, statt einer Besprechung des vorliegenden Werkes unseres langjährigen Mitarbeiters, die wir uns indess vorbehalten, zunächst das von demselben vorangeschickte Vorwort zum Abdruck bringen, so geschieht dies, neben anderen Gründen, hauptsächlich deshalb, weil dasselbe dem Leser in objektiver Weise eine gedrängte Uebersicht über das Werk giebt. Wir überlassen daher dem Verfasser selbst das Wort:

„Der Begriff der „optischen Instrumente" ist im Folgenden in seinem engsten Sinne verstanden, als Bezeichnung derjenigen Instrumente, welche Bilder von äusseren Gegenständen entwerfen. Ich habe selbst diejenigen Instrumente mit abzuhandeln unterlassen, welche man sonst mit unter diesen engeren Begriff subsumirt, wie die auf der Anwendung von Winkelspiegeln beruhenden, in der Geodäsie und

Astronomie angewendeten, das Stereoskop und dergl., weil ich die Theorie derselben in andern Werken genügend klar und vollständig vorgetragen fand, sodass ich jenen Darstellungen nichts Besseres an die Seite zu stellen mich getraut hätte. Es war aber der eigentliche Zweck meiner Darstellung, vornehmlich dasjenige mitzutheilen, was meiner Meinung nach nicht schon anderwärts vollständiger und zusammenhängender zu finden ist, von dem Uebrigen nur das Wesentliche und für meinen speziellen Zweck Nothwendige einzuführen und das nähere Studium dieser Gebiete der geometrischen Optik durch Literatur-Hinweise zu erleichtern.

In den Vorbemerkungen zu den einzelnen Abschnitten habe ich mich bemüht, den wesentlichen Inhalt derselben anzugeben und den Zusammenhang hervorzuheben, in welchem sie untereinander sowie mit dem Endzweck der Darstellung stehen. Auf diese einleitenden Bemerkungen kann ich daher wohl diejenigen verweisen, welche sich im Voraus über die in der Darstellung waltenden Gesichtspunkte unterrichten wollen.

Es sei mir an dieser Stelle nur gestattet, in aller Kürze zu erörtern, worin das Unterscheidende der vorliegenden Darstellung von den mir bekannten sonstigen besteht und worin ich den Fortschritt erblicke, den die hier vorgetragenen Theorien und Anschauungen Abbe's für das Verständniss der optischen Instrumente bedeuten.

Ich finde denselben in drei Punkten.

Erstens in der Fundirung der Theorie der optischen Bilder auf eine allgemeinere Grundlage. Diese Theorie, d. h. die Gesetze und Beziehungen, welche zwischen Bildern und ihren Objekten überall bestehen, weist Abbe nach als blossen Ausdruck des Bestehens der Kollineationsverwandtschaft, somit als gänzlich unabhängig von allen den besonderen Voraussetzungen über die Form und Anordnung der wirksamen Flächen, über die Lage und Oeffnung der abbildenden Büschel, sowie über die physikalischen Gesetze ihrer Modifikation (Spiegelung, Brechung), auf welche man sie bisher stets gegründet hat. Dieser Nachweis, dass dieselben Gesetze überall herrschen müssen, wo ihre elementaren Voraussetzungen — eindeutige punktweise Abbildung zweier Räume durch Vermittelung geradliniger Strahlen — erfüllt sind, ermöglicht erst, in allen besonderen Verwirklichungsformen optischer Bilder eine Scheidung desjenigen vorzunehmen, was in den Gesetzen derselben auf jener allgemeinen Grundlage beruht und was in eben dieser Verwirklichungsform seinen Ursprung hat. Sie beseitigt manche Zweifel über die Leistungen, welche bei optischen Instrumenten von einer bisher noch nicht existirenden Zusammensetzung etwa künftig ein Mal möglich sein könnten und lässt auch die bekannten Beziehungen, entsprechend der Verschiedenheit des Ausgangspunktes für ihre Auffindung theilweise in einem anderen Zusammenhang erscheinen oder weist ihnen eine andere Rangordnung zu, als ihnen bisher zuertheilt wurde.

Das Gegenstück zu dieser methodischen Feststellung der Voraussetzungen und des Giltigkeitsbereichs optischer Abbildungen im Allgemeinen bildet eine vollständigere Berücksichtigung der besonderen Art und Weise, in welcher in einem gegebenen Instrument Bilder zu Stande kommen; und dies nach zwei Richtungen hin.

Ist es für die allgemeine Theorie der optischen Bilder völlig gleichgiltig, auf welche Weise, durch welche Hilfsmittel dieselben entstanden gedacht werden, welche Neigungen zur Axe und welche Oeffnungen die Strahlenbüschel haben, die sie erzeugen, welche Ausdehnung die so hervorgebrachten Bilder besitzen und von welchem Standpunkt und in welcher Weise sie beobachtet werden — so liegt für die realen Verwirklichungsweisen optischer Abbildungen, d. h. für die optischen Instrumente der Schlüssel für das Verständniss ihrer Wirkung und event. auch für die Konstruktion vollständig in eben jenen besonderen Momenten. Erst die in einem System stattfindende Begrenzung der Strahlen und der hieraus resultirende Strahlengang — nach Abbe in sehr einfacher Weise bestimmt durch die Lage und Grösse je zweier Blenden im Objekt- wie Bildraum, die selber paarweise im Verhältniss von Objekt und Bild zu einander stehen — geben die Unterlagen für die Beantwortung der Fragen nach der Wirkung eines Instruments

in dessen wichtigsten Aeusserungen. Von ihnen hängt die in einem Bilde herrschende Perspektive, hängt die Vergrösserung ab, welche es für einen in bestimmter Stellung zum Instrument befindlichen Beobachter besitzt und der Umfang, in welchem das Bild für ihn sichtbar ist. Durch ihre passende Regulirung kann man ein Instrument vortheilhaft für die Benutzung zu mikrometrischen Messungen mittels optischer Bilder machen; sie allein endlich bedingt die Tiefenwirkung (das Penetrationsvermögen), die Helligkeit (Lichtstärke) der Bilder und vor allem auch die Grenzen der eigentlichen Leistungsfähigkeit (das Unterscheidungs- und Trennungsvermögen) eines optischen Instruments.

Die nothwendige Voraussetzung für eine solche Diskussion, damit dieselbe nicht in der Luft schwebend erscheine — daher in der Darstellung das natürliche Mittelglied zwischen ihr und der zuerst erwähnten — bildet der Nachweis, dass sich mit den zu Gebote stehenden physischen Mitteln eine Abbildung überhaupt realisiren lässt und eine Untersuchung darüber, auf welche Weise und bis zu welchem Bereich dies der Fall sei.

Was den letzteren Punkt betrifft, — die mögliche Erweiterung der jeder Abbildung zunächst scheinbar gesteckten Grenzen — so werden die mathematischen Entwicklungen in der Theorie der Aberrationen, wenn man in denselben nicht bei dem ersten Schritte stehen bleiben will, bald so komplizirt, dass sie keinerlei Uebersicht und allgemeine Schlussfolgerungen mehr gestatten. Die Resultate praktisch-rechnerischer Bemühungen andrerseits — gänzlich abhängig von der Geschicklichkeit, Erfahrung und Ausdauer des Rechners und seiner Einsicht in die Besonderheiten seiner Aufgabe, ferner abhängig von der technischen Vollkommenheit, mit welcher der Konstruktionsplan zur Ausführung gebracht wird und endlich von der durch physiologische Faktoren stark beeinflussten Beurtheilungsweise der Bilder — lassen Einwänden der verschiedensten Art nach beiden Richtungen hin stets offenes Spiel.

Einer derartigen Sachlage gegenüber erscheint es mir von Wichtigkeit, dass sich wiederum auf ganz allgemeine Vorraussetzungen hin und in Folge dessen mit dem Anspruch auf eben so allgemeine Giltigkeit — ein Nachweis darüber erbringen lässt, welchen Grad der Vollkommenheit optische Bilder überhaupt erreichen können und der Nachweis, dass die Vereinigung weitgehender Ansprüche nach verschiedenen Richtungen hin in sich widerspruchsvoll, daher das Streben nach einer solchen von vornherein aussichtslos ist. Dieser Nachweis erstreckt sich in der vorliegenden Darstellung nur auf einige Punkte. Vielleicht ist ein Andrer so glücklich, ihn auf die anderen — im Text näher angegebenen — Bildeigenschaften mit ausdehnen zu können.

Diese allgemeinen Erörterungen bilden die Unterlagen für die eigentliche besondere Theorie der optischen Instrumente, in welcher die Hauptgattungen derselben (Auge, Projektionssystem, Lupe, Mikroskop und Fernrohr) im einzelnen durchgegangen und von den allgemeinen Betrachtungen auf sie Anwendung gemacht wird. Es wird also bei jedem dieser Instrumente die dioptrische Grundwirkung bestimmt und die Faktoren hervorgehoben, von denen sie abhängt, ferner die Art der in ihm stattfindenden Strahlenbegrenzung und ihr eigenthümlicher Einfluss auf die Wirkung des Instruments. Hieran schliesst sich bei den künstlichen Instrumenten eine kurze kritische und historische Uebersicht über die wichtigsten bisher bekannt gewordenen Konstruktionstypen derselben.

Die Beengung in dem mir zu Gebote gestellten Raum und das Dilemma zwischen Lieferungsfrist und Musse zur Fertigstellung haben mich gerade in diesem Abschnitt genöthigt, mich auf die Zeichnung der allgemeinen Umrisse zu beschränken. Kenner der einzelnen Instrumente werden daher wohl die Diskussion mancher sie interessirender Fragen vermissen. Sollte die hier gegebene Darstellung trotzdem einigen Beifall finden, so würde ich nach meiner persönlichen Neigung besonders gern eine spätere Gelegenheit wahrnehmen, um gerade auf diesem Gebiete das jetzt Versäumte nachzuholen.

Die Methoden zur empirischen Bestimmung der Konstanten der opti-

schen Instrumente bilden den Gegenstand des letzten Kapitels; sie liefern eine natürliche Ergänzung der voranstehenden durchweg rein theoretischen Erörterungen.

Auch hier habe ich mich auf das wesentlichste beschränkt und z. B. vorläufig abgesehen von der Darstellung der Methoden, welche man vorgeschlagen und angewandt hat, um die Qualität eines Systems nach ihren verschiedenen Richtungen hin zu prüfen. Der grösste Theil dieser Methoden beruht überdies so sehr auf praktischer Erfahrung und auf der Beachtung von Merkmalen, die sich mit Worten kaum genügend sicher angeben lassen, dass ich von vornherein Bedenken trug, eine schriftliche Anleitung zu solchen Erprobungen zu versuchen, wo bekanntermaassen kaum eine mündliche mit unmittelbaren Hinweisen verbundene immer zum Ziele führt.

Die Theorie der optischen Instrumente bezw. der durch solche vermittelten Abbildung findet ihren eigentlichen Schlussstein erst da, von wo sie rationeller Weise auch ihren Ausgangspunkt nimmt: in der Betrachtung des physischen Prozesses der Bildentstehung. An mehreren Stellen der vorliegenden Darstellung musste von den Resultaten einer solchen Betrachtung bereits Gebrauch gemacht oder auf die Ergänzung der rein dioptrischen Beweisführung durch jene physikalische hingewiesen werden.

Für selbstleuchtende Objekte ist eine solche Theorie des physischen Abbildungsprozesses auf bekannten Grundlagen und nach bekannten Verfahrungsweisen unschwer zu erbringen, zumal durch die Arbeiten von Schwerd, Airy, André, H. Struve, Lommel u. A. alle wichtigen Fragen im wesentlichen bereits gelöst sind.

Die Abbildung von Objekten jedoch, welche nicht selbst Erreger von Lichtwellen sind, sondern nur das von anderen Lichtquellen auf sie gestrahlte Licht ihrer natürlichen Beschaffenheit entsprechend modifizirt weiterstrahlen und dadurch mittelbar leuchtend werden, ist nicht nach denselben und auch nicht nach gleich einfachen Normen zu bestimmen. Die Feststellung der Gesetze, denen eine derartige Abbildung unterliegt, bildet den Inhalt desjenigen, was spezieller als die „Abbe'sche Theorie" bezeichnet wird und in den allgemeinsten Grundzügen durch die Veröffentlichung ihres Urhebers[1]), Dippel's[2]), sowie einiger anderer (Castelarnau, Heurck, Dallinger) auch schon bekannt geworden ist.

Es war ursprünglich meine Absicht, an dieser Stelle eine genauere Darlegung auch dieser Theorie zu geben. Ich bemerkte jedoch bald, dass mich die konsequente Ausführung dieses Planes zur Wiedergabe ziemlich weitläufiger vorbereitender Betrachtungen auf einem Gebiete zwingen würde, welches man füglich als „allgemeine Diffraktionstheorie" bezeichnen könnte. In Folge dessen würde, wie ich sah, eine einigermaassen erschöpfende Darstellung mehr Raum und mehr Zeit in Anspruch nehmen, als ich ihr jetzt widmen konnte. Um die Herausgabe des zum Theil seit langer Zeit gedruckt vorliegenden Theils des Buches nicht noch länger — ja auf unbestimmte Zeit — hinauszuschieben oder umgekehrt bloss um der äusseren Fertigstellung willen die Darstellung jener Theorien hastig und entsprechend unvollständig abzufassen, entschloss ich mich in Uebereinstimmung mit dem Herrn Verleger, jenen jetzt für sich herausgehen und diese später als besonderes Bändchen folgen zu lassen. Zu diesem Entschluss trug noch der Umstand bei, dass Herr Professor Abbe die Absicht ausgesprochen hatte, in der nächsten Zeit seine Untersuchungen auf dem Gebiete der allgemeinen Diffraktionstheorie selbst darzustellen. Eine solche — an sich schon wünschenswerthe — Veröffentlichung würde mir aber natürlich die Lösung meiner besonderen Aufgabe wesentlich erleichtern und mir auch ermöglichen, meine Darstellung unbeschadet der Strenge viel übersichtlicher zu gestalten. Ich hoffe, sie binnen Jahresfrist abgeschlossen zu haben.

Schliesslich seien mir noch ein paar Bemerkungen gestattet über den Antheil, den

[1]) *Beiträge zur Theorie des Mikroskops u. s. w.* M. Schultze's *Arch. f. mikr. Anat.* **9**, *S. 438. (1873)* und einige Aufsätze im *Journ. of the R. Micr. Soc.*

[2]) *Handbuch der allgemeinen Mikroskopie. Braunschweig 1882. S. 89 ff.*

Herr Professor Abbe an der vorliegenden Darstellung hat, und denjenigen, welchen ich selbst beanspruchen darf.

Wie schon aus dem Voranstehenden hervorgeht und die Lektüre des Buches Jedem noch deutlicher zeigen wird, ist der Inhalt desselben in seinen wesentlichen Grundlagen das geistige Eigenthum Abbe's. Der Darstellung seiner Untersuchungen und Anschauungen über das Wesen und die Wirkung der optischen Instrumente war dieses Buch ja von vornherein gewidmet. Was jedoch diese Darstellung selbst betrifft, so brachten es die Verhältnisse mit sich, dass ich trotz stetem persönlichen Verkehr mit diesem meinem verehrten Lehrer und Freunde kaum mehr als den allgemeinen Plan und Gang jener mit ihm besprechen konnte, die Ausführung im Einzelnen aber mir allein oblag und ihm noch heute kaum zu Gesicht gekommen ist. Ich befinde mich also in der Lage, dass ich jedes Verdienst um den Inhalt des Dargestellten durchaus ablehnen, die Verantwortung für die Richtigkeit und angemessene Form ganz auf mich nehmen muss.

Dass einige Kapitel, wie das I., III., VI., IX., und manche Theile in anderen auch inhaltlich nicht auf Abbe zurückzuführen sind, sondern die Untersuchungen anderer Forscher wiedergeben, wird der Kundige sofort bemerken und braucht daher kaum hervorgehoben zu werden. In dem VI. Kapitel über „Prismen und Prismensysteme“ habe ich einige von mir selbst gelegentlich angestellte Untersuchungen mitgetheilt, durch welche, wie mir schien, dieser Gegenstand nach einigen Richtungen hin vervollständigt wird und er denjenigen Zusammenhang enthält, der ihm früher wohl fehlte.

Wenn das Büchlein Andere anregen sollte, zur Lösung der in ihm behandelten Probleme ihrerseits beizutragen, so hat es seinen vornehmlichsten Zweck erfüllt.“

Jena, im März 1893. *S. Czapski.*

G. Lieckfeld, Aus der Gasmotorenpraxis. Rathschläge für den Ankauf, die Untersuchung und den Betrieb von Gasmotoren. München. M. 1,50.

L. Lossier, Das Reguliren der Uhren in den Lagern, in Theorie und Praxis dargestellt. Uebersetzt von M. Loeske. Bautzen. M. 6,00.

E. v. Rebeur-Paschwitz, Das Horizontalpendel und seine Anwendung zur Beobachtung der absoluten und relativen Richtungsänderungen der Lothlinie. Halle (Akad.-Leop.). M. 15,00.

Patentschau.

Instrument zur direkten selbthätigen Aufnahme der Zeichnung eines Geländes. Von J. F. D. Schrader in Paris. Vom 3. Mai 1891. No. 63620. Kl. 42.

Die Erfindung betrifft ein Instrument, welches dazu bestimmt ist, in selbthätiger Weise die Bestandtheile einer topographischen Aufnahme festzulegen, so dass die direkte Zeichnung an Stelle der Ablesung der Winkel, der Rechnungen u. s. w. tritt. Das Instrument ist ein eigenartig angeordneter Theodolit, dessen Fernrohrbewegungen auf ein Panspapier übertragen werden, welches auf der Grundplatte des Apparates ausgespannt ist. Die Vertikal- und Azimuthalbewegung des Fernrohrs werden mittels einer Zahnstange auf einen Schreibstift übertragen und durch diesen auf dem Papier aufgezeichnet.

Zur Messung der Entfernung zwischen dem Standort des Instrumentes O (Fig. 1) und dem jeweilig anvisirten Punkte D ist eine Einrichtung vorhanden, die in der Form eines gelenkartig angeordneten rechtwinkligen Dreiecks die Entfernung Om, die nach dem anvisirten Punkt hinzeigende Hypotenuse OD und den Abstand der Höhenlinien E in einem zur Wirklichkeit bestimmten Verhältniss als Strecken C, A und B angiebt.

Fig. 1. Fig. 2.

Ausser dieser Einrichtung besitzt das Instrument noch ein von der übrigen Aufzeichenvorrichtung (Zahnstange mit Schreibstift) unabhängiges, aber mit dieser zu verkuppelndes Gestänge, welches in Figur 2 schematisch dargestellt ist und den Zweck hat, den Abstand zweier paralleler

Fäden des Okularmikrometers in demselben Verhältniss zu ändern, als die Grössenverhältnisse der bei der Messung verwendeten Messlatte entsprechend der Entfernung abzunehmen scheinen. In der Figur bezeichnet *R* eine Leiste, die der Bewegung des Fernrohrs folgt, also der Hypotenuse des oben erwähnten rechtwinkligen Dreiecks entspricht; sie wirkt auf eine Achatspitze *T*, welche die um den Drehpunkt *O* (nicht zu verwechseln mit *O* in Figur 1) bewegliche Stange *L* bethätigt, die ihrerseits wieder mittels eines am oberen Ende befestigten Stiftes auf den beweglichen Faden wirkt.

(Die im *Patentblatt* auszugsweise gegebene Beschreibung war so unverständlich, dass wir auf die Patentschrift zurückgehen mussten; unsere Mittheilung kommt daher etwas verspätet. Das *Patentblatt* enthielt lediglich die im vorstehenden 2. und 3. Absatz beschriebenen Einrichtungen des Instruments; es waren einige Absätze der Patentschrift, aus dem Zusammenhange gerissen, einfach abgedruckt. Der Leser möge urtheilen, ob hiernach das Wesen des Instrumentes zu erkennen war. Die Patentschrift selbst ist übrigens gleichfalls nicht ganz klar abgefasst, gestattet indessen immerhin zu erkennen, dass das Instrument keineswegs den Ansprüchen des Topopraphen genügen kann. D. Red.)

Zündvorrichtung für Magnesiumblitzpulver. Von Dr. A. Hesekiel in Berlin. Vom 29. Januar 1892. No. 64482. Kl. 57.

Diese Vorrichtung besteht aus dem an dem drehbaren Hebel *b* befestigten unverbrennbaren Zünder *a*, der durch eine Flamme glühend erhalten wird. Das Einführen des Zünders in das Blitzpulver wird durch Umlegen des Hebels *b* mittels einer pneumatischen Vorrichtung bewirkt. Die Behälter *t t* für das Blitzpulver sind in der unter dem Deckel *l* dreh- oder verschiebbaren Platte *h* angebracht und können nacheinander unter die Durchbrechung des Deckels *l* gebracht, bezw. für die Zündung freigelegt werden.

Vorrichtung zur Feststellung des spezifischen Gewichts von Körnerfrüchten. Von H. Barczewski in Stadlau bei Wien. Vom 9. Januar 1892. No. 65221. Kl. 42.

Das Gefäss *b* fasst ein bestimmtes Volumen einer Flüssigkeit, z. B. Spiritus, und kann auf die Flasche *a* gesetzt werden, in welche man ein stets gleichbleibendes Gewicht der betreffenden Körnerfrucht bringt. Stellt man nun durch Oeffnen des Hahnes *h* die Verbindung beider Gefässe her, so füllt sich *a* mit der Flüssigkeit, während der Ueberschuss, gleich dem Volumen der verdrängenden Körner, in das Gefäss *c* fliesst. An dem mit empirisch eingetheilter Skale versehenen Hals dieses Gefässes liest man dann das betreffende spezifische Gewicht ab.

Apparat zur gleichzeitigen Anzeige der ungleichen Ausdehnung verschiedener Metalle. Von Gundermann-Zons in Cöln a. R. Vom 13. Oktober 1891. No. 65264. Kl. 42.

Die ungleiche Ausdehnung verschiedener Metalle wird durch Erwärmung einer entsprechenden Anzahl von Stäben aus diesen Metallen in einem gemeinsamen Bade zur Anzeige gebracht. Für jeden Stab ist ein besonderes Zeigerwerk vorhanden. Zur Messung der Wärme des Bades dienen feststehende Thermometer. Die festen Enden der Versuchsstäbe stützen sich gegen Mikrometerschrauben, mit deren Hilfe die Stäbe unter Feststellung des Maasses der Verschiebung vor- und zurückgeschoben werden können.

Verfahren zur Herstellung elektrischer Leitungskabel mit Lufträumen. Von Felten & Guillaume zu Carlswerk in Mühlheim a. Rh. Vom 13. April 1892. No. 65311. Kl. 21.

In einem einzigen Hergange werden mehrere Leitungsdrähte *b* mit einem zwischen dieselben geführten Isolirkörper *a* schraubengangförmig zusammengedreht, so dass die Leiter in die bei der Verdrehung entstehenden Räume des Isolirkörpers zu liegen kommen (Fig. 1). Der

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

letztere kann auch von kreuz- oder sternförmigem Querschnitt sein (Fig. 2), sowie endlich an einer oder mehreren Kanten lappenartige Vorsprünge tragen, welche die Hohlräume nach der Verdrehung äusserlich zudecken (Fig. 3).

Klemmerfassung. Von O. Krimm in Berlin. Vom 21. Februar 1892. No. 65351. Kl. 42.

Um Löthstellen möglichst zu vermeiden, ist die Fassung folgendermaassen beschaffen. Die beiden Enden *a* und *b* des Ringes *A* (Fig. 1) sind aufwärts gebogen und haben je ein Loch für den Anker *D* (Fig 2), dessen Schaft mit einem Schraubengewinde versehen ist. Ueber den Anker *D* und die Enden *a* und *b* wird eine Hülse *E* gestülpt, so dass die einzelnen Theile hierdurch zusammengehalten werden. In die obere Aussparung der Hülse wird nunmehr das Ende des Klemmtheiles *F* und darauf das Ende des Mittelbogens oder Sattels *G* gelegt und hierüber die Schraubenmutter *H* gesetzt.

Fig. 1.

Fig. 2.

Spiralzirkel. Von A. Stehle in Einbeck. Vom 3. Dezember 1891. No. 65495. Kl. 42.

Bei diesem Spiralzirkel ist die Steighöhe der Spirale veränderlich gemacht. Das Lineal *d* ist gegen eine Führung *c* durch die am Kopfe *n* drehbare Schraubenspindel *s* verstellbar, so dass die Laufscheibe *r* in verschiedene Entfernungen von der Drehaxe *a k* des Systems gebracht werden kann. Auf diese Weise wird ermöglicht, die Umlaufszahl jener Scheibe oder der Führungsspindel *f* des Schreibstiftes *h* bei einem Umgange des Zirkels zu verändern. Mit dieser Umlaufszahl proportional ändert sich aber auch die Fortbewegung des Schreibstiftes in radialer Richtung, d. i. der Abstand zweier benachbarten Spiralwindungen, gemessen in radialer Richtung, oder die Steighöhe der Spirale.

Holzschraube mit Bohrnut. Von Ellis Parr in Islewooth. Vom 20. März 1892. No. 65519. Kl 47.

In der Schraube ist eine den Schraubenbolzen schraubenförmig durchschneidende Nut *d* angeordnet, deren Kanten beim Eindrehen der Schraube gleichzeitig ein Bohrloch für die letztere einschneiden und die Spähne auswerfen.

Bohr- und Fräsemaschine. Von C. Schneider in Winnweiler. Vom 19. November 1891. No. 65330. (Zus. zum Pat. No. 61340.) Kl. 49.

Die Maschine des Hauptpatentes ist folgendermaassen abgeändert worden:

1. Das Reitstöckchen jener Maschine ist entfernt und durch den Spindelstock *S* (Fig. 1) ersetzt worden; die Planscheibe *P* ist in das Reitstöckchen der Maschine des Hauptpatentes eingesetzt, womit die dadurch entstandene neue Maschine zum Zentriren von Rädern, Wellen und Scheiben dient; 2. nach Auswechselung der Planscheibe *P* und Ersatz derselben durch den Werkstückhalter *W* (Fig. 2) ist die Maschine zum Wälzen von Rädern und zum Justiren der Radflanken verwendbar; 3. nach Auswechselung der Planscheibe *P* oder des Werkstückhalters *W* und Ersatz derselben durch die Theilscheibe *T* (Fig. 3) kann die Maschine zum Theilen von Rädern benutzt werden.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Herstellung von isolirenden Rohren mit Metallhülse. Von S. Bergmann in Berlin. Vom 18. Oktober 1891. No. 65237. Kl. 21.

Auf der Innenseite eines Metallstreifens *A* werden Streifen *B C* des zur Verwendung kommenden Isolirstoffes aufgelegt, die mit einem Klebestoff bestrichen sind. Alsdann werden Metall- und Isolirstreifen über einen eingelegten Dorn *D* durch ein Zieheisen gezogen und so zu einem Rohr geformt.

Für die Werkstatt.

Neuer Schraubenzieher. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Die zum Anziehen und Lösen von Schrauben in der Werkstatt benutzten Schraubenzieher werden fast ausschliesslich in der Werkstatt selbst in der Weise hergestellt, dass ein Stück Rund- oder Flachstahl von entsprechendem Querschnitt vorn keilförmig angefeilt, oder, wenn es nicht den passenden Querschnitt besitzt, zuvor warm ausgeschmiedet, und darnach befeilt wird. Gehärtet und mit einer Angel versehen, über welche das zur Handhabung des Werkzeuges nöthige Holzheft getrieben wird, ist der Schraubenzieher für seine Bestimmung fertig vorbereitet. In der Hand des Geübten sind derartige Schraubenzieher ausreichende Werkzeuge. Dem Nicht-Praktiker indess passirt es häufig, dass der Schraubenzieher sehr leicht aus den Schnitten herausgleitet, und sie dabei verdirbt.

Die Werkzeughandlung von Wilh. Eisenführ in Berlin S. bringt einen Schraubenzieher in den Handel, der diesen Uebelstand zu vermeiden in Stande ist. Schaft und Heft sind nicht fest, sondern um ihre gemeinsame Axe drehbar mit einander verbunden und durch ein Gesperre verkuppelt. Dadurch wird ermöglicht, dass das Heft in der Hand selbst nicht gedreht zu werden braucht, also eine bei weitem grössere Sicherheit bei der Haltung des Werkzeuges erzielt. Die Einrichtung des Schraubenziehers, dessen Ansicht Figur 1 und dessen Sperreinrichtung Figur 2 zeigt, ist folgende

Fig. 1.

Fig. 2.

Die Axe A endigt nach oben in einer aufgeschnittenen Hülse, deren Bohrung mehrere gleich starke, aber verschieden gross keilförmig angefeilte Schraubenzieher aufnehmen kann, und die von einer übergeschraubten, innen mit einem Hohlkegel versehenen hülsenförmigen Mutter B zusammengeklemmt werden kann. Dadurch werden die Einsätze mit der Axe fest verbunden. Gehalten wird die Axe in ihrer Lage durch die Schraube s, welche in eine Nut der Axe eingreift. Die Erweiterung C des Heftes enthält die Sperreinrichtung, die im Schnitt der Fig. 2 dargestellt ist. An dieser Stelle ist die Axe mit einer Anzahl von winkligen, zahnförmigen Einschnitten versehen, in welche sich die beiden Sperrklinken k und k_1 legen können. Diese sind, in der aus der Figur ersichtlichen Form eckig befeilte Körper, welche in kurze Zylinder enden und mit diesen durch Oeffnungen der Fassung F hindurchreichen. Sie dienen dazu, die Axe in gewissem Sinne zu sperren und zwar geschieht dies in folgender Weise. Unter ihnen, ebenfalls in der Erweiterung C ist eine flache Scheibe S eingelegt, die durch ein mittels Kopfschraube s_1 an F befestigtes Zylindersegment Z gegen den Boden der Erweiterung gehalten wird, unter diesem Segmente einen parallel begrenzten Ausschnitt besitzt und etwa gegenüber eine eingenietete aufrechtstehende Drahtklammer d trägt. In den Schlitz passt ein der Scheibe gleich hoher Stift, der in den Zylinder z exzentrisch eingelassen ist; z ist durch Nut und Schraube im Hefte gesichert und kann durch den daran sitzenden Hebel h um 180° gedreht werden; dabei bewegt der exzentrisch sitzende Stift die Scheibe S nach rechts (Bewegung in der Pfeilrichtung) und die sich entgegengesetzt bewegende Klammer d drückt die Klinke k zurück unter Ueberwindung der Kraft einer kleinen Druckfeder, welche die Klinken gegen die Axe zu drängen bestrebt ist. Gleichzeitig wird dadurch die Klinke k_1 frei und die ebengenannte kleine Druckfeder drängt sie gegen die Axe. Die Klinken sind nun, wie ersichtlich, so geformt, dass sie sich mit einer Fläche gegen das Zylindersegment Z legen, sobald sie durch die Feder in die Einschnitte der Axe gedrängt sind, dass sie in dieser Lage wechselseitig nur eine Bewegung der Axe zulassen, k also eine Links-, k_1 eine Rechtsdrehung. Soll die erstere Bewegung in die zweite übergeführt werden, so wird der Hebel h aus der angedeuteten Stellung in der Pfeilrichtung bewegt.

Das beschriebene Werkzeug ist gut gearbeitet, vernickelt und mit polirtem Holzheft ausgestattet; es werden drei verschieden grosse Einsatzschraubenzieher dazugegeben, die mit dem Hefte zusammen in einem Holzkästchen verpackt sind. Das Werkzeug dürfte sich als Beigabe zu grösseren Instrumenten eignen; es kostet 8,00 Mark.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang. **Juni 1893.** Sechstes Heft.

Ueber die Herstellung genauer Mikrometerschrauben und über die Mikrometereinrichtung meiner Spiegelfühlhebel.

Von

Dr. **Hugo Schroeder** in London.

Wenn man die verschiedenen Publikationen über die Fehler der Mikrometerschrauben durchgeht, so ist es wahrhaft erstaunlich, mit welchen verhältnissmässig unvollkommenen Werkzeugen die meisten Gelehrten sich behelfen müssen. Man sollte fast geneigt sein, den Schluss daraus zu ziehen, dass es dem Mechaniker eine unmögliche Aufgabe ist, Mikrometerschrauben von solcher Genauigkeit zu erzielen, dass der wahrscheinliche Fehler unter die Grösse der Einstellungsgenauigkeit fällt!

In den bei weitem meisten Fällen in der Anwendung der Mikrometerschrauben kann man sich freilich durch mühsam hergestellte Fehlertabellen, — soweit die Fehler der angewandten Schrauben überhaupt konstant sind — und den Zeitverlust, der dadurch verursacht wird, nicht achtend, von den Fehlern der Schrauben unabhängig machen. Es kommen jedoch Aufgaben vor, welche diese Methode der Fehlerelimination ausschliessen, (zu denen z. B. die Herstellung guter Beugungsgitter gehört), welche es unmöglich machen, mit fehlerhaften Schrauben zu arbeiten. Man hat daher für die Herstellung derartiger Schrauben die bisher in den mechanischen Werkstätten üblichen Methoden, über welche sich auch in dieser Zeitschrift eine Anzahl Abhandlungen finden, (vgl. die Literaturübersicht unten) verlassen müssen.

Das Prinzip, auf dem diese erhöhte Genauigkeit beruht, ist dasselbe, das auch in der Präzisionstechnik der Optik Anwendung findet, das des Schleifens und Polirens. Man stellt daher zuerst eine möglichst genaue Schraube auf dem besten der bekannten Wege her und eliminirt an derselben durch systematisch durchgeführtes Schleifen die Fehler so lange, bis ein Fehlernachweis nicht mehr möglich ist.

An und für sich ist dies im Maschinenbaufach nichts Neues, da alle sogenannten Leitspindeln nach ihrer Herstellung durch Schleifen (gewöhnlich mit Bleibacken und gröberem Schmirgel und Oel, unter Kontrole einer Schablone) korrigirt werden, ein Verfahren, das auch für die Zwecke des Maschinenbaues mehr als ausreichend ist.

Der periodische Fehler der auf diese Weise hergestellten Schrauben ist bei der Herstellungsmethode schon ein sehr kleiner und der fortschreitende Fehler ist selbst bei langen Schrauben verhältnissmässig gering. Ich fand z. B. auf einer vortrefflichen von den Gebrüdern Berlich in Berlin für mich früher hergestellten Drehbank den fortschreitenden Fehler bei einer etwa 2 *m* langen Schraube

nur etwa 0,05 *mm*. Kopirt man von dieser Leitspindel durch Schneiden mit Hilfe des sogenannten Einzahnes nun eine kleinere und feinere Schraube, so sind die Fehler derselben so gering, dass sie sich durch Schleifen leicht bewältigen lassen. Natürlich genügt das vorher erwähnte etwas rohe Schleifverfahren für diesen Zweck nicht mehr. Es muss zu diesem Zweck die sogenannte Schleifkluppe mit den Schleifbacken mindestens die Länge der ganzen Schraube haben, wie ich es früher bereits für meine Schrauben angewandt habe und wie in neuester Zeit in sehr vollkommener Weise auch von Prof. William A. Rogers vom *Harvard Observatory* für die Zwecke der Herstellung guter Beugungsgitter geschehen ist. Eine kurze Beschreibung des Verfahrens findet sich in der *Encyclopaedia Britannica, 9. Edition, Part 83, S. 552*, aus welcher das Wichtigste in Nachstehendem entlehnt ist. Nachdem die Schraube mit möglichster Sorgfalt auf einer guten Leitspindelbank hergestellt ist (siehe unten), verfertigt man eine Schraubenmutter (s. deren Querschnitt in Fig. 1), deren Länge sich zur Schraube etwa wie 11 zu 9 verhält. Bei der Herstellung der Schraube macht man dieselbe zuerst um $^1/_4$ länger, weil Anfang und Ende der Schraube nie ganz vollendet gut werden und reduzirt dann die vollendete Schraube auf die obige Länge. Die Schraube stellt man am besten aus recht homogenem Bessemerstahl her und nimmt den Stahl um etwa $^1/_8$ seines Durchmessers zu dick, damit die äussere Haut desselben gründlich entfernt wird. Die Mutter *a* verfertigt man aus Messing oder besser aus Muntsmetall oder auch aus Bessemerstahl und schneidet die Gänge der Schraubenmutter mit Hilfe eines Einzahns für inwendiges Gewinde und einer Bohrspindel auf der Leitspindelbank ein, nicht mit einem Gewindebohrer, da sich lange Gewindebohrer beim Härten in ihrer Ganghöhe zu viel verändern. Diese Mutter besteht aus vier Segmenten *a* (Fig. 2); diese vier Segmente lassen sich mit Hilfe der beiden sie umschliessenden Hohlkonen *bb*, der Halsringe *dd* und der Schrauben *cc* gleichförmig zusammenziehen, um während der Abnutzung der Schraube und der Mutter durch das Schleifen Schraube und Mutter immer in Berührung zu halten. Die Segmente *a* der Mutter werden noch durch eingeschobene Keile auseinander gehalten, um einen zu starken Druck der Mutter auf die Schraube während des Schleifens zu verhindern, der Mutter und Schraube zu sehr erhitzen und deformiren würde. Das letzte Anziehen der Mutter wird nun durch Anziehen der Ringe *dd*, welche die Flantsche *e* umgeben, mit Hilfe der Schrauben *cc* bewirkt. Führt man diese lange Mutter alsdann langsam über die Schraube hinweg, so vermag man alle Fehler der Schraube, welche sich durch die ungleiche Reibung kund geben, zu fühlen. In diesem Zustande werden Schraube und Mutter wieder auf die

Fig. 1.

Fig. 2.

Drehbank gebracht und mit einem Wasserbad umgeben, dessen Temperatur wenigstens bis auf einen Zentigrad konstant gehalten wird. Um den Einfluss des Eigengewichts der Schraube und Mutter zu eliminiren, müssen dieselben entweder senkrecht gestellt oder konterbalanzirt werden. In diesem Zustand wird Schmirgel und Oel der Schraube zugeführt, um die Schraube in der Mutter zu schleifen; man lässt die Schraube zu diesem Zweck sich um ihre Axe vor- und rückwärts drehen, während man die Mutter auf derselben hin- und herlaufen lässt, so dass die Mutter nahe das Doppelte ihrer eigenen Länge durchläuft. Alle 10 Minuten soll man die Mutter ganz herunterschrauben und mit dem entgegengesetzten Ende wieder hinaufschrauben. Nachdem dieses Verfahren so lange fortgesetzt ist, bis die Schraube und Mutter sich in allen Theilen berühren, und indem man bei fortschreitender Vollkommenheit derselben sich immer feiner geschlemmten Schmirgels bedient, so muss man am Ende dieses Verfahrens (um den Schmirgel wieder aus dem Stahl der Schraube zu schaffen, der eine zu starke Abnutzung beim Gebrauch derselben verursachen würde) das Schleifen mit feingeschlemmtem Levantepulver und schliesslich mit einer Polirung der Schraube durch Eisenoxyd (Polirroth) beendigen. Zeigt sich bei vollendetem Schliff die Politur der Schraube überall ganz gleichförmig, so kann die Schraube als praktisch ganz vollkommen angesehen werden, da der geringste Fehler derselben sogleich durch die Ungleichheit der Politur auffallen würde. Sollte während des Schleifens das Profil des Ganges derselben zu rund (stumpf) werden, so muss man die Schraube vorsichtig mit einem schmalen Schneideeisen (s. u.) nachschneiden, ohne ihre Steigung dabei zu ändern.

Es ist noch zu erwähnen, dass zum Zweck der langen Bewegung der Schleifmutter der nach beiden Seiten sich erstreckende Hals der Schraube die Länge des ganzen Gewindes haben muss, so dass also das zur Schraube zu verwendende Stahlstück etwa $3^1/_2$ mal der Schraubenlänge sein muss. Gegen das Ende des Schleifprozesses verkürzt man die Bewegungslänge der Schleifmutter, so dass dieselbe zuletzt nur gleich der Länge der Schraubenmutter ist, zum Zweck der Schonung der Enden. Ist die Schraube selbst nun auch vollendet genau, so kann doch noch ein periodischer Fehler durch die Montirung derselben verursacht werden. Man muss daher die Schraube noch einmal sehr genau unter dem Mikroskop auf der Drehbank zentriren und dann die Schraube auf richtige Länge abdrehen, die Lagerstellen u. s. w. derselben andrehen und die Zentrirung kontroliren, da sich die Spannung im Material während des Drehens meistens etwas verändert. Sehr feine Schraubengänge dürfen nicht für solche Schrauben gewählt werden; das Feinste, das ich anwendbar fand, ist $^1/_2$ *mm* Ganghöhe; auch muss der Durchmesser der Schraube der Länge derselben entsprechend dick sein, um ein dauerndes Verbiegen oder Torsionsfehler auszuschliessen. Ueberhaupt muss man bei der Auswahl des Materials zur Schraube sehr vorsichtig sein. Ein Material, welches solche Spannung hat, dass es sich schon beim Schneiden der Schraube mit dem Einzahn fortwährend verzieht, sollte überhaupt verworfen werden.

Hat man sich auf diese Weise in den Besitz einer vollkommenen Schraube gesetzt, so kann man am allereinfachsten nach dem von mir herrührenden und zuerst im Anfang der siebziger Jahre ausgeführten Verfahren beliebige Kopien derselben sowohl in Bezug auf den Durchmesser als auch der absoluten Steigung herstellen.

Das Verfahren dazu ist folgendes: Man stellt eine solche Schraube (nach

obigem Verfahren) in der Weise her, dass sie sich in dem Support leicht statt der gewöhnlichen Führungsschraube (welche nur zum Abdrehen der Arbeitsstücke dient) einsetzen lässt und versieht dieselbe statt der Handkurbel mit einem Zahnrad. Auf die Spindel der Drehbank schraubt man ein sogenanntes „Spitzenfutter“ (das besser nur für diesen Zweck besonders hergestellt und benutzt wird), das so eingerichtet ist, dass es gleichfalls das Aufsetzen eines Zahnrades erlaubt. Man nähert nun den Supportschlitten (der die Normalschraube und das Zahnrad enthält) der Drehbankspindel, welche am Spitzenfutter das andere Zahnrad enthält, bis beide Zahnräder ineinandergreifen. In dieser Lage spannt man einen Einzahn meiner Konstruktion (in Fig. 3 dargestellt), in den Support ein, so dass er zum Gewindeschneiden „auf Angriff“ steht. Man schneidet nun langsam und vorsichtig (so dass kein merkliches Erwärmen entsteht), am besten unter Anwendung geeigneter Schmiermittel (für Stahl Petroleum, für Messing Hammeltalg) das Gewinde, mit immer scharfem Einzahn, unter Anwendung eines so feinen Schnittes, wie beim Zentriren von Axen für astronomische Instrumente, auf. Um nun die wichtige Bedingung zu erfüllen, mit einem immer genügend scharfen Einzahn zu schneiden, muss man die Möglichkeit haben, denselben schleifen zu können, ohne seine genaue Lage gegen die zu schneidende Schraube zu verlieren. Es wird dies dadurch bewirkt, dass der eigentliche „Stichel“ *C*, aus einem dreiseitigen Prisma bestehend, durch Lösen des Stahlkeiles *B* leicht entfernt und scharf geschliffen werden kann und nach dem Wiedereinsetzen in den Stichelhalter *A* durch Anziehen des Stahlkeiles *B* genau wieder mit den schneidenden Flächen in dieselbe Lage wie vorher kommt, während die Basis des gleichseitigen Dreiecks *C* durch den Stahlkeil entsprechend vorwärts (um das Quantum, welches durch Abschleifen entfernt ist), getrieben wird. Eine andere höchst wichtige Bedingung zum guten Schnitt wird dadurch gleichfalls erreicht, dass man den Einzahn *C* leicht auf die richtige Höhe (ohne seine Lage im Uebrigen zu verändern) einstellen kann. Da in vorstehendem Falle nur ein Räderpaar zur Anwendung kommt, so hat man zu beachten, dass die Kopie einer rechtsgängigen Normalschraube eine linksgängige Schraube liefert. (Ein Umstand, der übrigens ohne alle Bedeutung ist, da die Herstellung einer linksgängigen Normalschraube auf einer Leitspindelbank keiner Schwierigkeit unterliegt.) Ich habe es überhaupt zweckmässig gefunden, zwei im Uebrigen identische Normalschrauben (von $^1/_2$ *mm* Steigung) herzustellen, von denen die eine rechtsgängig, die andere linksgängig ist. Man ist auf diese Weise im Stande, rechts- und linksgängige Schrauben von gleicher Steigung herzustellen und dieselben auch auf ein und derselben Schraubenspindel zu schneiden. Durch solche Schrauben ist man aber im Stande, zwei gleiche aber entgegengesetzte Bewegungen auszuführen, was zuweilen sehr nützlich in der Anwendung ist. Ich habe solche Schrauben z. B. zur gleichförmigen Bewegung der Schneiden in meinen Spektralapparaten in Anwendung gebracht, u. A. auch in dem an das Astrophysikalische Institut früher gelieferten Apparat. Es ist mir indess nicht bekannt, ob dieser so einfachen als präzisen Einrichtung irgendwo Erwähnung gethan ist; man war sonst (aus Mangel der Kenntniss der

Fig. 3.

präzisen Herstellung derartiger Schrauben) genöthigt, zu sehr komplizirten Mechanismen seine Zuflucht zu nehmen!

Es ist nun noch zu erwähnen, dass in dieser höchst einfachen Schraubenkopireinrichtung (die sich jeder Feinmechaniker nach dieser Beschreibung leicht machen kann), der Vorschub des Einzahnes auf Kosten der Eingriffstiefe der Räder geschieht, um nicht genöthigt zu sein, einen besondern Support für diesen Zweck mit drei Schlitten herzustellen! Ich habe niemals einen Nachtheil hierdurch gefunden, da die Zahnräder gross, mit grober Zahnung versehen sind und die ganze Schnitttiefe nur $^1/_{10}$ bis einige Zehntel Millimeter bei solchen feinen Mikrometerschrauben beträgt. Ich schneide z. B. mit Leichtigkeit derartige Präzisionsgewinde von $^1/_{10}$ *mm* Ganghöhe in weichen Stahl und es würde technisch nichts im Wege stehen, auf diese Art Gewinde (wenn sie erforderlich sein sollten) zu schneiden, welche so fein sind, dass dieselben auf das einfallende Licht in ähnlicher Weise wie Beugungsgitter wirken. Der Weg dazu ist folgender. Man kopirt z. B. von der $^1/_2$ *mm*-gängigen Normalschraube eine Kopie von $^1/_{10}$ *mm* Ganghöhe (der Grenze die mit voller Sicherheit in weichem Stahl ausführbar ist) und setzt dieselbe in den Support statt der $^1/_2$ *mm* Schraube ein. Kopirt man von dieser Schraube 1 : 100 über, so erhält man bereits ein Gewinde von 1 μ Ganghöhe, das sehr wohl in gehärtetem Gussstahl (Blauhart) mit Hilfe einer Diamantschneide eingeschnitten werden kann!

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass man bei geeigneter Einrichtung (durch Anwendung von Kegelrädern zur Uebertragung der Bewegung) sowohl Schraubengänge auf Kegel als auch auf das Planum (sogenannte Flachspiralen) als Präzisionsgewinde aufschneiden kann! Man könnte allenfalls einwenden: „Ja, diese Normalschrauben werden wohl genau, aber die Kopien, bei denen Zahnräder in Anwendung kommen, (wenn ihre Zahl auch auf zwei reduzirt ist) bringen Fehler in die Kopien hinein“. Ueber diesen Punkt ist auch bereits früher in dieser Zeitschrift geschrieben worden; mir scheint der Sache etwas zu viel Gewicht beigelegt worden zu sein, da einerseits (zumal bei der Anwendung von nur zwei Rädern) die Theilungsfehler der Räder schon sehr beträchtlich sein müssten, andererseits aber solche Fehler, weil in regelmässigen Intervallen wiederkehrend, durch nachträgliches Feinschleifen und Poliren der geschnittenen Schraube herausfallen! Uebrigens habe ich gleichfalls ein Verfahren erfunden, über das ich (so bald meine Zeit es erlaubt) in dieser Zeitschrift Mittheilung machen werde, um mit Hilfe des Schleifens und Polirens (annähernd genau geschnittene) Zahnräder und Triebe auf denselben Grad der Präzision wie obige Schrauben zu bringen!

Hat man nun aber auch wirklich so genaue Schraubenspindeln (wie vorstehend) hergestellt und auch genau zentrirt und gelagert, so ist es auch nothwendig, dass dieselben während des Gebrauchs genau erhalten werden! Sehr wichtig ist schon, dass die Schrauben polirt und frei von Schmirgelhaut oder Rauhigkeiten sind, die in Verbindung mit der meist aus Messing hergestellten Schraubenmutter mit Hilfe von aussen eindringender Staubtheile (kieselhaltigen Ursprungs) als Schleifmittel wirken, daher die Schraube während des Gebrauches sich verändert! Da die Schraubenmutter aber meist kurz ist, so vermag dieselbe wohl (entsprechend ihrer Länge) eine fehlerhafte Schraube hierdurch bis zu einem gewissen Grade zu verbessern, aber eine fehlerfreie Schraube nur (durch Veränderung des Durchmessers derselben an den meist benutzten Stellen) zu schädigen!

Beim Zusammenschleifen von Stahl und Messing ist der Stahl der grössten Abnutzung immer unterworfen!

Es ist daher am Besten, die Schraubenmutter aus einem weicheren, die Schraube nicht so stark angreifenden Material herzustellen. Es dient z. B. sog. Weissmetall (nicht Zinn) hierzu, wie auch Buchsbaumholz oder Pockholz hierzu vortrefflich sind! Diese letztere Art ist z. B. auch von Prof. Rogers für seine Beugungsgitter-Theilmaschine angewandt.

Man muss nur nicht in den Fehler verfallen, das Hartholz in derselben Weise und Form wie die bisherigen Messinglager verwenden zu wollen, da alsdann die Fehler durch Trocknen oder Werfen des Holzes hineingebracht würden. Es empfiehlt sich die Methode des Prof. Rogers sehr dazu, in ein starkes Messingrohr, besser noch aus Stahl, das einen grösseren Durchmesser wie die Schraube besitzt, eine grosse Anzahl zylindrischer Holzpflöcke einzusetzen, welche die Schraube zugleich in einer grossen Anzahl kleiner Flächen berühren. In diese wird das Gewinde eingeschnitten (mit Hilfe des aus der Maschinentechnik bekannten innern Einzahns), und dann die beiden Hälften der längsdurchschnittenen Mutter einander so lange genähert, bis jedes Schlottern zwischen Schraube und Mutter verschwindet. Die beiden Mutterhälften werden gegeneinander durch Federn so zusammengezogen, dass die Abnutzung der Mutter und Schraube hierdurch für die Präzision des Ganges unschädlich gemacht wird. Die weiteren Details dieser vorzüglichen, aber komplizirten Schraubenmutter sieht man besser im Originale nach. Ausserdem wird gewöhnlich der Fehler begangen, die Mutter zu kurz zu machen! Dieser Fehler ist aber meist durch die Verwendung fehlerhafter Schrauben geboten, indem lange Muttern doch nicht sich genügend den Schraubenfehlern anschmiegen würden! Die meist mit dem Gewindebohrer hergestellten Schraubenmuttern haben ausserdem auch nicht genau dieselbe Steigung wie die Schraube, ein Fehler, den man sehr leicht bemerken kann, wenn man die Mutter zum Theil von der Schraube abschraubt, wo sie sich sofort durch mehr oder weniger beträchtlichen todten Gang kundgiebt (falls nicht Federn die Mutter zusammenhalten). Ausserdem zeigt sich dieser Fehler noch dadurch, dass beim Vor- und Rückwärtsschrauben andere Theile der Schraube und Mutter zur Berührung kommen, wodurch ein Versetzen oder Schaukeln in derselben stattfindet!

Was übrigens bei Beobachtung aller Vorsichtsmaassregeln mit obigem Verfahren geleistet werden kann, zeigen die bekannten in Amerika angefertigten Beugungsgitter, und die Angabe des Prof. Rogers scheint keineswegs zu hoch gegriffen, dass auf 6 *Zoll* Länge der Schraube kein Fehler vorkommen darf, der $^1/_{100000}$ *Zoll* überschreitet, einschliesslich der Fehler des Reisserwerks u. s. w.

Die Fehler der bisher allgemein gebräuchlichen Schrauben haben aber noch einen anderen Nachtheil (der gleichfalls seinen Grund dem nicht genauen Zusammenpassen der Schraube und Mutter verdankt), nämlich den, dass oft schon eine Theilung des Schraubenkopfes in mehr als hundert Theile völlig illusorisch wird, da zwei aufeinander folgende Ablesungen um mehr als diesen Betrag differiren! Was sich aber mit einer genauen Schraube und passenden Mutter erreichen lässt, habe ich schon früher an der Feinstellung meiner Spiegelfühlhebel gezeigt! Da diese nicht allgemein bekannt geworden sind, so mag hier die Beschreibung dieser nützlichen, von mir erfundenen Einrichtung am Platze sein, zumal da diese Vorrichtung für alle Zwecke, wo es auf sehr feine Einstellungen und Messungen ankommt, wie z. B. auch bei der Feinstellung grosser

Mikroskope, sehr nützlich sich verwenden lässt. Fig. 4 stellt mein Mikrometerwerk im Aufriss und Fig. 5 im Grundriss dar. *n* ist die Mikrometerschraube (gewöhnlich nehme ich $^1/_2$ *mm* Ganghöhe). Diese Schraube bewegt sich in der aufgeschnittenen Mutter, welche durch die Schrauben *o o* regulirt wird, und endigt in eine glasharte, hoch polirte kleine Kugel *p*. Die Schraube trägt nun die Mutter *q*, in deren Rand ein Schraubengewinde (gewöhnlich 100 Zähne) eingeschnitten ist, in welches die Schraube *h*, als endlose Schraube wirkend, eingreift. Diese endlose Schraube ist in dem federnden Stahlbügel *g* gelagert und trägt auf ihrem Kopfe *i* eine Kreistheilung (gewöhnlich auch 100 Theile), so dass man direkt mit dieser Einrichtung $^1/_{10000}$ einer Schraubenumdrehung messen kann. In diesem Fall also $^1/_{20000}$ *mm*. Schätzen kann man dann aber leicht $^1/_{200000}$ eines Millimeters,

Fig. 4.

und dass wirklich diese Einrichtung auch dieser feinen Ablesung Folge leistet, ist am optischen Theil des Spiegelfühlhebels sichtbar. Da nun aber die Schraube *n* mit der Mutter *q* nicht weiter direkt verbunden ist, so kann man, ohne Einfluss auf die Feinstellung zu üben, die Schraube *n* um beliebig viele ihrer Umgänge vor- und rückwärts drehen. Will man aber den feinen Ablesungsapparat damit in Verbindung bringen, so zieht man die Schraube *k* an, welche mit Hilfe des eingelassenen Schraubensegmentes *m* auf die Schraube *n* drückt. Die Grenzen dieser auf jeden beliebigen Punkt der Schraube *n* anzubremsenden Mutter *q* (mit endloser Schraube *h*) beträgt etwa $^3/_4$ Umgang von der Gewindesteigung der Schraube *n*, also in diesem Spezialfall $^3/_8$ *mm*. Es wird einen Begriff von der Feinheit dieses Messapparates geben, wenn ich erwähne, dass die Tiefe einer Furche in Glas messbar ist, welche dadurch entsteht, dass man etwas feines Polirroth auf die Fingerspitze streicht und mit dieser nur einen kräftigen Strich über eine genaue Glasfläche führt; wobei natürlich ein Minimum von der

Fig. 5.

Glasfläche entfernt wird! Dieser Versuch ist sehr interessant. Man sieht nämlich unmittelbar nach geführtem Strich keine Vertiefung, sondern eine Erhöhung auf dem Glase, welche langsam abnehmend, unter das Niveau der Glasfläche sinkt. Der Grund der temporären Erhöhung ist leicht ersichtlich, als das Resultat der örtlichen Anschwellung des Glases, sowohl durch die Wärme der Fingerspitze als auch durch die Reibungswärme an der Glasfläche erzeugt. Macht man

z. B. den Kontrolversuch mit einer leicht verdampfenden (Wärme bindenden) Flüssigkeit, z. B. Aether, indem man einen Pinselstrich damit über die Glasfläche führt, so erscheint statt der temporären Erhöhung eine vorübergehende Vertiefung in der Glasfläche. Ich werde auf derartige höchst interessante Experimente, welche ich im Lauf der Zeit mit meinen Spiegelfühlhebeln angestellt habe (hauptsächlich über die Molekularverhältnisse), bei Gelegenheit der Beschreibung des Instrumentes und seiner Herstellung zurückkommen. Diese oben erwähnte Feinheit kann ich (wenn es verlangt wird) bedeutend höher steigern. Ich hatte mich aber auf obige für den Zweck der Untersuchung von Präzisionsflächen für die Optik beschränkt, da mir eine angestellte Rechnung zeigte, dass eine weiter getriebene Genauigkeit jenseits der Grenze unserer Sinne liegt!

Ein anderer instruktiver Versuch über die Leistungsfähigkeit solcher Messvorrichtung mag zum Schluss noch mitgetheilt werden. Es ist bekannt, dass echtes Blattgold eine mittlere Dicke von $^1/_{300000}$ *Zoll* hat. Dieses Resultat hat man aber durch Rechnung aus dem Gewicht und der Oberfläche eines grössern Quantums Goldblättchen abgeleitet. Es ist in diesem Zustand so dünn, dass es mit nahe gleichförmiger grüner Farbe durchsichtig ist (siehe Literaturverzeichniss). Es war nun höchst interessant, dies zu kontroliren. Es zeigte sich indess, dass ungeachtet der nahe gleichförmigen grünen Farbe das Blattgold, wie es sich auch wohl nach der Art seiner Herstellung erwarten lässt, innerhalb der mittleren Grenze von $^1/_{300000}$ *Zoll* äusserst ungleich dick ist, indem die Dicke, zuweilen bis nahe auf $^1/_{150000}$ steigend, sich manchmal bis auf 0 verliert, und diese Grenze $= 0$, also Löcher, auch recht wohl direkt sichtbar sind. Viel gleichförmiger an Dicke ist in der Regel der Silberniederschlag auf Glas (wie er für Glassilberspiegel erfordert wird). Doch genug hierüber für jetzt.

Ich fühle mich nur noch verpflichtet dem Techniker gegenüber, die Anwendung eines Schneideeisens zum Nachschneiden der Normalschraube sowie auch event. zur direkten Kopirung der Schrauben statt des Einzahnes (unter Anwendung von Kühlwasser und sehr langsamer Bewegung) zu rechtfertigen. Es ist jedem Mechaniker bekannt, dass das unter dem Namen „Gewindeschneideisen“ oder kurzweg „Schneideisen“ gebräuchliche Werkzeug (auch in der ganzen Uhrmacherei gebräuchlich) keineswegs ein Werkzeug für die Herstellung von Präzisionsschrauben ist, indem das Gewinde mehr angequetscht als angeschnitten wird und in Folge einer solchen Materialmisshandlung die Schraube sich wie ein Wurm aus dem Schneideisen herauswindet und erst mit dem Hammer erträglich gerade gestreckt werden muss. Ich habe diesen Werkzeugen den viel passenderen Namen „Quetscheisen“ gegeben und glaube, es wäre zweckmässig, diesen Namen im Gegensatz zum wirklichen Schneideisen allgemein einzuführen. Dieses Quetscheisen ist übrigens ein uraltes Werkzeug und höchstens für sehr kleine Dimensionen erträglich.

Das eigentliche „Schneideisen“ gehört der neuen Zeit an und ist, soviel mir bekannt, eine amerikanische Erfindung. Ich hatte z. B. in Oberursel eine solche Maschine mit Schneideisen für die Herstellung grober Befestigungschrauben bis zu $1^1/_4$ *Zoll* dick in Gebrauch, in welcher gewöhnlich das rohe Rundeisen oder nur die bloss abgeschmiedeten Schraubenbolzen geschnitten wurden. Obgleich Jeder, selbst die Tagelöhner, Schrauben darauf schnitten, so waren die Schrauben doch alle derart, dass alle damit geschnittenen Schrauben und Muttern verwechselt werden konnten, ja mehr noch als das, dass der fortschreitende Fehler

so klein war, dass irgend welche damit geschnittene Schraubenbolzen mit ihrer ganzen Länge mit den Schraubengängen in einander passten (was bekanntlich selbst bei den mit Sorgfalt mit Hilfe feiner Schneidkluppen geschnittenen Schrauben nur selten der Fall ist, wenn sie aus freier Hand geführt werden) und die Periode derselben gleichfalls so gering, dass eine solche Schraube auf der Drehbank zentrirt, dem blossen Auge keine auffälligen Fehler zeigte, was auch bei Kluppenschrauben bekanntlich selten genug ist. Es zeigt dieses aber selbst bei so roher Ausführung zur Genüge, welch' gesundes Prinzip diesem überaus nützlichen Werkzeug (das übrigens in den meisten Schraubenfabriken jetzt in Anwendung ist) zu Grunde liegt. Hat doch selbst Steinheil (der Gründer des bekannten optischen Geschäfts) schon die Herstellung genauer Schrauben mit Hilfe der Schneidkluppe aus freier Hand mit vollem Recht als „Murkserei" bezeichnet und das Schneideisen als einzig richtiges Werkzeug! Natürlich damals unter grosser Opposition sämmtlicher Mechaniker, denen ja nur das „Quetscheisen" bekannt war. In Fig. 6 ist dies amerikanische Schneideisen in der Ansicht und Fig. 7 im Durchschnitt dargestellt.[1]) Die Art der Wirkung desselben ist dem Techniker leicht erklärlich. Die Zähne des Werkzeugs schneiden das Gewinde ganz allmälig bis auf die richtige Tiefe, indem der erste Zahn nur eine flache Vertiefung in das Material schneidet, die jeder der nachfolgenden Zähne um ein gleiches Quantum vertieft, bis der letzte Zahn das Gewinde fertig ausschneidet. Fig. 8 stellt das Profil eines solchen Schnittes dar.

Fig. 6.

Fig. 7.

Da der ganze Schraubenbolzen durch dieselbe Lochweite des Schneideisens passiren muss, so wird eine solche Schraube vollkommen zylindrisch, und da nirgends ein Quetschen stattfindet, verrichtet sich die Schraube beim Schneiden auch nicht; auch bleibt der Winkel, welchen die Gänge der Schraube mit der Axe des Schraubenbolzens einschliessen, während des ganzen Schneidens konstant, was bekanntlich bei keiner Kluppe der Fall ist, da der Winkel, wie er der fertig geschnittenen Schraube entspricht, im Anfang des Schneidens mit der Kluppe dem hiervon verschiedenen Winkel, dem äussern Umfang des zylindrischen Bolzens entsprechend aufgenöthigt wird! In Fig. 8 ist der Vorgang des Schneidens mit dem Schneideisen an einem Bolzen dargestellt. Man könnte vielleicht einwenden, dass mit einem solchen Schneideisen ein Gewinde, das bis gegen den Schraubenkopf ganz ausgeschnitten sein muss (ein ohnehin ziemlich seltener Fall) nicht ganz ausgeschnitten werden kann? Man braucht indess nur nach soweit fertig geschnittener Schraube das Schneideisen langsam und vorsichtig, in umgekehrter Lage über den bereits geschnittenen Bolzen heraufzuführen, um diesen Zweck zu erreichen.

Fig. 8.

Zu meiner oben beschriebenen einfachen Vorrichtung, durch Kopiren der Normalschraube neue Gewinde zu erzeugen, füge ich noch hinzu, dass man mit Hilfe einer kleinen Anzahl Räder (ich besitze nur 15 Räder (worunter 2 gleiche

[1]) In Fig. 7 muss man sich die nicht schraffirten Gewindezähne mit Hilfe einer stark konischen Reibahle fortgeschnitten denken.

sind) schon eine grosse Anzahl Gewinde (etwa 180 verschiedene Steigungen) von $^1/_{10}$ *mm* bis 2,54 *mm* Ganghöhe, alle sowohl rechtsgängig als auch linksgängig und in allen verschiedenen Durchmessern, welche die Drehbank (eine schöne alte Hamann'sche Drehbank) erlaubt, sowohl für Schraubenspindeln und Muttern als auch für Patronengewinde und Gewindestahl-Fräsen zu schneiden erlaubt. Dieser grosse Vortheil ist aber durch eine verhältnissmässig geringfügige Auslage für zwei Normalschrauben mit Muttern, ein Spitzenfutter, einen Einzahn und 15 Zahnrädern erreicht. Auch ist durch diesen Apparat die zuweilen dem Mechaniker vorkommende Aufgabe gelöst, ein laufendes Gewinde auf einen Gegenstand zu schneiden, der zwischen Spitzen läuft oder abgedreht ist.

Eine von allem bisherigen abweichende, zur schnellen Herstellung sehr präziser, von der Geschicklichkeit des Arbeiters möglichst unabhängigen Methode, kurze Gewinde zu schneiden, welche Mr. F. H. Wenham vor vielen Jahren hier erfunden hat, werde ich später Mittheilung machen. Diese Methode dient speziell zur Herstellung der kurzen Gewinde für Fassungen u. s. w., wie solche so vielfach in der optischen Technik erforderlich sind.

Aus den vorstehenden Mittheilungen ist übrigens ersichtlich, dass man für genaue Mikrometermessungen unter Anwendung so hergestellter Schrauben, keineswegs den geradlinigen Maassstäben den Vorzug einzuräumen braucht, bei welchen schon die nöthige Dicke der Striche ein Element der Ungenauigkeit einschliesst, das bei den Schrauben in seinem Einfluss als letzte Kopftheilung ganz ausserordentlich reduzirt ist. Den frühern Kluppenschrauben gegenüber waren präzis getheilte Maassstäbe allerdings in bedeutendem Vortheil.

Schliesslich erlaube ich mir noch einige geschichtliche Notizen über diesen Gegenstand zu geben, soweit mir solche bekannt geworden sind.

Man findet in alten Schriften das Schneideisen und selbst die Schneidkluppe erwähnt, aber niemals fand ich etwas über die Methode der ursprünglichen Herstellung der Gewinde. Vielleicht sind andere glücklicher darin. Wie alt die Herstellung von Schrauben ist, ist mir auch nicht bekannt; sie scheint aber sehr alt zu sein. Vielleicht ist die bei alten Handwerkern früher übliche Methode eine der ältesten, mit einer dreieckigen Feile aus freier Hand ein Gewinde in ein Stück Stahl hineinzufeilen und mit diesem nach dem Härten und Ausschleifen ein Gewinde in ein weiches Stahlblech zu schneiden, um das berüchtigte „Quetscheisen“ daraus zu machen.

Eine andere sehr primitive Methode bestand darin, mit Hilfe eines Meissels und Hammers durch fortgesetzte stumpfe Meisselhiebe mit zur Axe des Stahlstückes geneigt gehaltener Meisselschneide den Gewindegang aus freier Hand hineinzuhauen. Ueber diese Methoden wird man vielleicht jetzt lachen. Was aber doch eine geschickte Hand vermag, hatte ich Gelegenheit zu sehen. Bei Dr. Meyerstein in Göttingen wurde einmal ein stark steigendes grobes vielfaches Gewinde zu einer Schraube zur Aushebung des Göttinger Meridiankreises gebraucht. Es waren keine Werkzeuge zur Herstellung eines solchen Gewindes vorhanden, als vorher erwähnte. Beide Methoden wurden mit einander verbunden und als Anhalt für die richtige Steigung eine auf Papier genau gezogene Linie um den Stahlzylinder gewickelt und festgeklebt. Der sehr geschickte Schlossergeselle trieb nun einen scharfen Meissel mit Hilfe des Hammers genau durch die Linie in den Stahl; diese Linie wurde dann mit Hilfe der Feile aus freier Hand bis zur richtigen Form des Gangprofils erweitert, der so gewonnene Gewindebohrer

durch mehrfaches Abschneiden in der Kluppe so verbessert, dass schliesslich das Gewinde nicht von einem auf der Leitspindelbank geschnittenen zu unterscheiden war! Als die Maschinentechnik früher solche Fortschritte machte, dass sie zur Erfindung der Leitspindelbänke führte, traf man offenbar auf das Problem der Herstellung der ersten genauen Leitspindel. Alles, was ich darüber habe erfahren können, ist, dass man durch Zusammensetzen von aus einem Stück hergestellten und nachträglich zerschnittenen Zähnen eine genaue Zahnstange hergestellt hat, um die erste Leitspindel zu schneiden und mit Hilfe dieser ersten Leitspindel eine zweite viel genauere dadurch (auf derselben Bank) hergestellt hat, dass man die Periode der Schraube durch Anwendung einer Kompassaufhängung der Mutter und die fortschreitenden Fehler (unter Kontrole eines Normalmaasses und mikroskopischer Ablesung) durch Anschlag der Mutter gegen eine entsprechende kurvenförmige Schiene korrigirt hat und schliesslich die Korrektion mit dem Schleifen der Schraube beendet hat. Ich habe aber keine Publikation hierüber finden können.

In Hamburg lebte Anfang dieses Jahrhunderts ein Kunstmeister (für die Wasserkunst) Wehnke, der eigentlich Weinhändler gewesen war. Dieser Herr hatte eine wahre Passion, genaue Schrauben herzustellen, soweit seine ausgiebige freie Zeit es erlaubte, und hatte es zu seiner Zeit auch schliesslich ausserordentlich weit darin gebracht. Es scheint, als ob der Gründer des Repsold'schen Geschäfts ihn wohl ursprünglich dazu veranlasst hat. Vielleicht kann einer seiner noch jetzt lebenden Enkel Aufschluss hierüber geben. Er hat Längentheilmaschinen mit meterlangen Schrauben hergestellt, deren eine noch jetzt im Gebrauch der Herren Dennert & Pape ist, und hat Leitspindelbänke (nur zum Schraubenschneiden) von verschiedener Grösse hergestellt, von denen eine noch jedenfalls in Händen des Herrn Wehnke in Hannover ist. Es wäre doch wünschenswerth, wenn diese für die Geschichte der Feinmechanik interessante Maschine von irgend einem Gewerbemuseum angekauft würde. Wehnke hat (soviel mir bekannt) früher alle für Repsold nöthigen Normalgewinde darauf geschnitten; auch die für mein Etablissement früher nöthigen Normalgewinde sind auf derselben hergestellt. Gleichfalls habe ich früher für Herrn R. Fuess in Berlin eine genaue Schraube für seine Mikrometertheilmaschine darauf herstellen lassen, die wohl jetzt noch im Gebrauch sein wird. Das gewöhnliche Verfahren der Feinmechaniker, sich derartige Gewinde für ihre Etablirung zu verschaffen, war (da Wehnke nicht bekannt genug zu sein schien), dass sich dieselben in ihrer Gehilfenzeit in irgend einer Werkstatt irgend welche Gewinde abschnitten, die ihren Beifall hatten, ohne irgend welche Rücksicht auf ein System in dieser Sammlung von Gewinden (die oft wunderlich genug war). Dass durch das viele Abschneiden der Kluppengewinde dieselben immer schlechter wurden, beachtete man kaum. In auswärtigen Werkstätten scheint es übrigens noch schlechter gewesen zu sein, nach den Resultaten derselben zu urtheilen (wenn man nicht etwa Reichenbach ausnimmt).

Als ein ausserordentliches Problem wurde es damals betrachtet, ein linkes Gewinde zu erzeugen und der Vorschriften (die meist so gut wie unbrauchbar waren) gab es eine Menge, wie man ein rechtsgängiges in ein linksgängiges verwandeln könnte! Sollte eine feine Mikrometerschraube geschnitten werden, so sah man einen Gehilfen oft tagelang sitzen, mit der Kluppe aus freier Hand ein Gewinde (oft noch mit stumpfen Backen) auf den Stahlzylinder mit ungewöhnlicher Vorsicht aufzuschneiden. Wenn ich dann der Schrauben und Methoden von Wehnke als rationell erwähnte, wurden dieselben mit ungläubigem Lächeln ange-

hört! Als ich die Mikrometerschrauben für das Bothkamper Aequatoreal herzustellen hatte, richtete ich mir die oben erwähnte Einrichtung her, die aber in Folge der vielen anderen zeitraubenden Arbeiten nicht mehr rechtzeitig fertig wurde, so dass ich Herrn R. Fuess (früher mein geschickter Gehilfe) ersuchte, mir, so gut er könnte, eine Schraube mit Hilfe der Kluppe zu schneiden, und damit er eine einfache und zuverlässige Methode hätte, die so hergestellte Schraube auf ihre Brauchbarkeit untersuchen zu können, erfand ich die vorhererwähnte Methode, mit der Schraube eine Glastheilung (von Umgang zu Umgang) zu machen, die Theilung dann mit dem Diamant der Länge nach zu durchschneiden, mit der Theilseite aufeinander zu legen und zu verschieben, und so lange eine neue Schraube zu schneiden, bis sie diese Probe ertrug. Das Resultat der anderweitigen Untersuchung derselben Schraube durch Prof. Vogel ist ja in den *„Bothkamper Beobachtungen“* publizirt. Die andern Schrauben, den Spektralapparaten angehörig, deren Fehler ebenfalls untersucht sind, waren nur gewöhnliche aus freier Hand geschnittene Kluppenschrauben, welche ursprünglich nur als „Transportirschrauben“ und nicht zu Messungen bestimmt waren; daher ohne alle besondere Sorgfalt hergestellt!

Ich fand ausser für den eigenen Bedarf für die feinen Messinstrumente, Sphärometer u. s. w. erst Gelegenheit, eine genaue Schraube für das Positionsmikrometer für Mr. Russell für die Sydney Sternwarte zu schneiden und zwar auf die oben beschriebene Weise. Trotz mehrfacher Anfragen über etwaige bei der Untersuchung gefundene Fehler dieser Schraube habe ich Nichts erfahren können! Nicht einmal, ob Mr. Russell (was ich vermuthe) mit Sicherheit Fehlerlosigkeit konstatirt hat! Uebrigens sind die von ihm publizirten Doppelsternmessungen meistens damit gemacht. Durch die Oberurseler Katastrophe verlor ich den grössten Theil dieser werthvollen Einrichtung, die ich später wieder hier (in meiner Freizeit) kompletirt habe, und ich habe nur eine Schraube (für Ross & Co.) von 10 Umgängen auf 1 *mm* darauf geschnitten. Es scheint darnach kein Bedarf an genauen Schrauben vorhanden zu sein? Einen Satz solcher Schrauben als Proben habe ich einmal der Werkzeugsammlung des Königl. Polytechnikums in Aachen zum Geschenk gemacht. Ausserdem habe ich noch die Schraube zu dem Mikrotom des Herrn Dr. Flögel darauf geschnitten, auf welchem die Querschnitte der Diatomeen gemacht sind. Die rechts-links Schrauben auf gleicher Spindel sind niemals von mir verlangt worden. Als ich diese Vorrichtung erfand und ausführte, waren keine Schrauben von Wehnke mehr erhältlich.

London, im Januar 1893.

Literatur über Schrauben und Herstellung derselben:

Man findet in *dieser Zeitschrift* in dem *Generalregister der ersten zehn Bände* auf *S. 58* ein reichhaltiges Verzeichniss, aus dem ich nur Nachstehendes als besonders wichtig entnehme:

I. Band: Ueber Erzeugung und Untersuchung von Mikrometerschrauben von C. Reichel S. 14, 51, 73; von Dr. A. Westphal S. 149, 229, 250, 397; von Bamberg S. 404. — *III. Band:* Apparat zur Anfertigung von Mikrometerschrauben von Wanschaff S. 350; von Bamberg S. 238, 429 (im Generalregister irrthümlich S. 258 statt S. 238); Bemerkung über diese Apparate von Dr. Leman S. 427. — *IV. Band:* Anfertigung sehr langer Mikrometerschrauben von Wanschaff S. 166. (Es ist sehr zu bedauern, dass noch immer keine Untersuchung der Genauigkeit dieser langen Mikrometerschraube veröffentlicht ist.) — *V. Band:* Reinecker S. 255, ein Patent No. 30822 auf die alte von Ramsden erfundene und angewandte Methode zur Erzeugung von Schrauben mit Hilfe eines Stahlbandes.

In der *Zentralzeitung für Optik und Mechanik* findet sich: *1880. I. Band S. 40* F. Miller, Die Schraube als Messinstrument und ihre Herstellung. — *1888. IX. Band S. 76* Rumsden's Längentheilmaschine, von Richard Schröder. Uebersetzung der alten Mittheilung aus dem vorigen Jahrhundert über die Herstellung von gehärteten Mikrometerschrauben, die mit Hilfe der Abwicklung eines Stahlbandes und Diamanten, nach dem Härten, geschnitten sind.

In *English Mechanic* vom Jahre 1865 bis 1892 finden sich zahlreiche Abhandlungen und Notizen über Schrauben und deren Herstellung. Im Ganzen genommen ist die Literatur über diesen wichtigen Gegenstand, zumal in älterer Zeit, recht spärlich.

Ueber die Untersuchung der Mikrometerschrauben findet man in *dieser Zeitschrift 1881* Abhandlungen und Notizen von Westphal S. 149, 229, 250, 397; von Bessel S. 150; von Peters S. 154; von Pape S. 155; von Krüger S. 229; von Winnecke S. 229, 397; von Kaiser S. 230; von Brünnow S. 233; von Dunér S. 234; von Foerster und Müller S. 250; von Becker S. 255; von Hartwig S. 399. Einrichtung und Anwendung von Knorre *1889 S. 190.*

Wenig bekannt scheint die folgende Abhandlung zu sein: „Ueber eine Methode, die Mikrometerschrauben zu prüfen, von K. R. Koch." Separatabdruck aus: *Berichte über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg X. Band VIII. S. 1. Universitätsbuchdruckerei von Chr. Lehmann in Freiburg.* Die Methode des Verfahrens beruht auf Anwendung der Interferenzfranzen in homogenem Licht und scheint mir beachtenswerth zu sein. Seine Angabe der Empfindlichkeitsgrenze = 0,00003 *mm.* Siehe oben *diese Zeitschr. 1881. S. 250.* Ferner: „Ueber eine Verbesserung in der Konstruktion der Schraube ohne Ende" von Th. Baumann. Separatabdruck aus der *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Band XVI. S. 737. (1872.)*

Schliesslich sind noch von den bisher erwähnten abweichende Methoden angegeben in der *Encyclopaedia Britannica Bd. 83. 9. Edition. S. 552*, wo auch meine Methode (die in den *Bothkamper Beobachtungen* von Prof. H. C. Vogel früher publizirt worden ist) erwähnt worden ist, jedoch mit Hinweglassung meines Namens.

Die interessante Abhandlung: „Ueber die Farben dünner Goldblättchen", die ich im Text erwähnt, findet man in: *The Bakerian Lecture. — Experimental Relation of Gold (and other Metals) to Light, by Michael Faraday received November 15, 1856. — Read February 5, 1857.*

Ausbalanziren von rotirenden Körpern.

Von

Hauptmann a. D. **W. Jansen** in Berlin.

Bei der Beschreibung eines Verfahrens zum Ausbalanziren von Eisenbahnrädern führt *The Engineer vom 16. XII. 1892 S. 529* an, bis vor wenigen Jahren noch wäre der Gedanke, dass eine geringe ungleichförmige Bewegung der Räder beim Laufen die sanfte Bewegung eines Eisenbahnwagens stören könne, mit dem Ausdrucke einer ganz besonderen Geringschätzung behandelt worden (*the idea ... was .. „pooh-poohed"*). Dieser Satz drückt treffend aus, wie wenig früher bei Eisenbahnrädern an den Einfluss einer unsymmetrischen Vertheilung der Massentheilchen zur Axe gedacht wurde, und in Verbindung mit der zugehörigen Beschreibung wird alsdann gezeigt, dass dieser Einfluss vorhanden ist und dass durch seine Beseitigung eine Besserung des Fahrens erzielt wird. In der neueren Zeit hat sich auch die Erkenntniss Bahn gebrochen, dass bei rotirenden Maschinentheilen, z. B. bei Schwungrädern, Scheiben und Trommeln für Treibriemen ein Ausbalanziren (Auswuchten) sehr nützlich ist (Reuleaux: *„Der Konstrukteur", 4. Aufl. S. 283*). Allgemein wird also in der Maschinentechnik die Annahme nicht mehr gemacht, dass ein Rotationskörper, welcher technisch befriedigend nach einer Zeichnung angefertigt würde, die eine symmetrische Vertheilung der Masse zur Axe voraussetzte, von selbst, ohne Weiteres, symmetrisch im kinetischen Sinne ist.

Das Ausbalanziren (oder Auswuchten) besteht zunächst in der Ermittlung eines Punktes des Radius, auf welchem das (ideelle) Uebergewicht liegt und dann entweder in der Wegnahme von Material aus diesem Radius oder seiner Umgebung oder aus einer Gewichtsvermehrung in der Verlängerung des Radius; dieses Verfahren wird so lange fortgesetzt, bis ein gewünschter Grad von Symmetrie erreicht ist.

Um den Radius zu bestimmen, auf welchem das Uebergewicht zu denken ist, wird eine pendelnde Bewegung (*Civilingenieur 1892. Heft 5. S. 381*) benutzt oder eine in derselben Richtung fortgesetzte Drehbewegung. Die nordamerikanischen Patente 189506 (von 1877) und 216228 (von 1879) machen von letzterer Gebrauch, ebenso das eingangs erwähnte Verfahren. Das erste amerikanische Patent scheint wenig praktisch und daher durch das zweitgenannte ersetzt worden zu sein. Bei letzterem bewegt sich der zu untersuchende Rotationskörper in einem Rahmen in ähnlicher Weise, wie beim Bohnenberger'schen Apparat der Kreisel im innersten Ringe läuft. Der Rahmen ist oben in einer deckelartigen Scheibe befestigt, welche nach unten gerichtete Zähne hat, die nahe der Peripherie systematisch vertheilt sind. Die freien Zahnenden stehen in Lagern, welche sich in einem festen Ringe befinden. Ist der Rotationskörper in Drehung versetzt, so macht er in dem Falle Ausschläge (*throws out*), wenn seine Unsymmetrie und seine Geschwindigkeit eine Kraft hervorbringen, welche im Stande ist, mindestens die halbe Last des Körpers, des Rahmens und der deckelartigen Scheibe anzuheben. In diesem Falle kann ein Ausbalanziren stattfinden, wie es eben angedeutet wurde; wenn aber die Kraft, d. h. meistens die Geschwindigkeit, zu klein ist, so zeigt der Apparat Nichts an, vielleicht auch dann nicht, wenn in Folge einer zu grossen Geschwindigkeit die geometrische Grösse jedes Ausschlages zu klein wird. — Nach dem Verfahren des „*Engineer*“ werden die Axschenkel eines Eisenbahnräderpaares in oben offene, federnde Lager gelegt und in eine der Zuggeschwindigkeit entsprechende Drehung versetzt, alsdann ausbalanzirt durch Bezeichnung der Punkte der grössten Bahnen und durch Metallhinzufügung an geeigneten Stellen. Auch hier muss die Kraft, welche die Unsymmetrie erzeugt, eine beträchtliche sein, um ein Ausbalanziren zu gestatten.

Ein Apparat, der durch ein deutsches Patent vom 5. April 1892 (in der Anmeldung J. 2774. Kl. 42) und ein französisches Patent 223 923 beschrieben wird, lässt zwar auch eine Unsymmetrie vermittels grosser Umdrehungsgeschwindigkeiten bestimmen, er giebt indessen auch die Möglichkeit, bei sehr kleinen zu messen und macht dann die Erscheinung nutzbar, dass sich bei unsymmetrischen Kreiseln mit der Verminderung der Drehgeschwindigkeit der von der Axe umschriebene Raum vergrössert. (Eine kurze Darstellung dieser vielleicht vielfach noch unbekannten Erscheinung folgt weiter unten.)

In dem oberen Theile der Figur 1 ist dieser Apparat dargestellt, wie er zur Bestimmung der Unsymmetrie eines nordamerikanischen schweren Feldshrapnels benutzt wird.

Dieses Geschoss ist als Rotationskörper gewählt, weil in Wirklichkeit jeder äussere Punkt seines Zylindermantels die (reine Winkel-) Geschwindigkeit von 48 *m* erreicht, also eine grössere, als die der Peripherien aller bekannten Maschinentheile und aller Eisenbahnräder, selbst die der projektirten Eisenbahn St. Louis—Chicago. Das Geschoss giebt ausserdem bildlich eine Anschauung von

verschiedenen Ursachen, welche gleichzeitig eine Unsymmetrie bei gut angefertigten Rotationskörpern herbeiführen können. Sein Mantel besteht aus drei Stücken, welche durch elektrisches Schweissen mit einander verbunden worden sind, und zwar wurden Spitze und Mittelstück vor dem Einfüllen der Kugeln und des Gypseingusses vereinigt und nach dieser Arbeit der Boden angeschweisst. Die Figur zeigt den möglichen Einfluss der nicht wegnehmbaren Wulste in der Innenseite, dann den einer unsymmetrischen Lagerung der Füllung und endlich den einer Bildung von Guss- (bezw. Gas-) Blasen im Bodenstücke; sie giebt also ein Zusammentreffen von Umständen, bei welchen der vordere untere und hintere obere Theil des zu untersuchenden Rotationskörpers überlastet sind und bei einer Umdrehung bestrebt sein werden, die geometrische Geschossaxe schräg zu der Linie zu stellen, um welche die Drehung erzeugt wird. Ein besonderer Grund für die Wahl eines Geschosses als Rotationskörper lag darin, dass bei seinem wirklichen Gebrauch durch ein einseitiges Uebergewicht Axschwankungen bei den kleinen Geschwindigkeiten hervorgerufen werden können, bei welchen die Unsymmetrie bei Rädern und bei Maschinentheilen keine Wirkung mehr äussert. Wenn also vielleicht bei letzteren ein Ausbalanziren wünschenswerth ist, wird es bei den Geschossen geradezu nothwendig, wenn sie während des Fluges eine starke Verminderung der Rotationsgeschwindigkeit erfahren sollten.

Fig. 1.

In das Geschoss sind unter Benutzung eines vorhandenen und eines neu gebohrten Gewindes zwei Axenden eingeschraubt, welche mit Hilfe von Kupferringen mit dem Geschossmetall gegen Losdrehen vernietet sind. Das vordere (rechte) befindet sich in einem nach innen sich verjüngenden Lager, welches zwar die Spitze festhält, aber der übrigen Axe eine freie konische Bewegung gestattet. Das andere Ende liegt in einem offenen Lager; es ist mit einem dünnen Draht umwickelt, an dem ein Gewicht hängt, welches durch seinen Zug nach unten eine Drehung des Rotationskörpers und gleichzeitig eine ruhige Lage desselben während des Ziehens verursacht. Nach dem Ablaufen des Drahtes wird das frei gewordene Axenende nach oben geschleudert, wenn ein Uebergewicht nach oben kommt, wie in der Figur dargestellt ist. Um die Grösse dieser Aufwärtsbewegung zu ermitteln und ein Herausfliegen zu verhindern, liegt über einer Verstärkung des Axenendes eine federnde Stahlstange, welche unten eine Verstärkungsplatte trägt. Das in der Zeichnung nicht sichtbare Stangenende ist um eine Axe drehbar; das andere stösst gegen den vorspringenden Kopf eines senkrechten Bolzens, der durch eine Spiralfeder nach unten gezogen wird. Legt der Untersuchende einen Finger auf den Bolzenkopf, so wird er Stösse verspüren, deren Stärke die Grösse des Uebergewichts schätzen lässt. Wenn er den Finger etwas anhebt, so kann die Stelle des Geschossmantels, welche den grössten Raum bei dieser Bewegung umschreibt, leicht ermittelt werden; es stösst nämlich dann der federnde Stift eines Schiebers, der an einem Bügel angebracht ist, gegen den Mantel und zeichnet die berührte Stelle, wenn vorher eine richtige Einstellung stattgefunden hatte. Der Ω-förmige Bügel für den Schieber sowie die beiden Lager für die Axenenden des zu untersuchenden Körpers sind auf zwei Stahlschienen angebracht, welche (links) um eine Verbindungsaxe drehbar sind, am anderen Ende (rechts) durch eine Stahlschraube, welche sich in einer Verbindungsschiene bewegt, beliebig schräg gestellt werden können. Wenn es verlangt wird, kann eine festere oder eine beweglichere Lage der Schienen durch ein (rechts) anzubringendes besonderes Gewicht herbeigeführt werden. Es wird die letztere wahrscheinlich von einem geübteren Untersuchenden benutzt werden, indem er aus den Stössen schliesst, den die eben erwähnte Stellschraube bei der Drehung des unsymmetrischen Körpers gegen aufgelegte Fingerspitzen der rechten Hand ausübt. Da ebenso wie das dargestellte Geschoss jeder längere zylindrische Rotationskörper zwei oder noch mehr unsymmetrische Punkte haben kann, von denen jeder eine Schleuderbewegung nach oben verursacht, so ist es selbstverständlich, dass auch die Stellung untersucht werden muss, bei welcher die Axenenden ihre Lager gewechselt haben. —

Die Untersuchung der rotirenden Körper in waagerechter oder in der angedeuteten schrägen Lage hat den Vortheil, dass das Axenende im geschlossenen Lager nicht auf der äussersten Spitze läuft; letztere braucht also nicht aussergewöhnlich sorgfältig gearbeitet zu sein, was besonders bei schweren Körpern, z. B. Geschossen von 500 *kg*, grosse Mühe verursachen würde. Ausserdem kann diese Stellung ausgenutzt werden, um vor der eigentlichen Untersuchung auf Unsymmetrie zu prüfen, ob die Linie, um die sich der Körper dreht, auch genau in der Mitte der Oberfläche liegt. Zu dem Zwecke ist der Schieber mit federndem Stift durch einen anderen Schieber zu ersetzen, der unten den Drehpunkt eines einarmigen Hebels enthält, welcher sich mit einem vorspringenden Ansatz auf die zu untersuchende Oberfläche legt; wird diese langsam gedreht, so überträgt sich

ein Sinken oder Steigen auf das äussere, freie Hebelende. Durch entsprechende Wahl der Maasse der Hebelstücke kann diese Voruntersuchung zu einer ungeheueren Genauigkeit gesteigert werden. —

Um eine sehr kleine Unsymmetrie eines Rotationskörpers festzustellen, wird der Apparat in die punktirt angedeutete senkrechte Stellung gebracht; der zu untersuchende Körper macht dann bei einer mässig raschen Rotation die durch ein kleines Uebergewicht verursachten Ausschläge deutlich wahrnehmbar, und zwar zeigt er kurz vor dem Aufhören der Bewegung die räumlich grössten. Die ganze, durch Nichts geschwächte Zentrifugalkraft des Uebergewichts (wenn man so sagen darf) arbeitet hier gegen das Bestreben der geometrischen Axe, ihre Lage beizubehalten (oder anders ausgedrückt: gegen das Bestreben aller rotirenden Massentheilchen, ihre Rotationsebenen beizubehalten). —

Die Wegnahme oder Anbringung von Metall zur Ausgleichung der Unsymmetrie, ebenso eventuell die Entfernumg der Axenstücke des untersuchten Körpers und das Schliessen der besonders angebrachten Schraubengewinde ist eine besondere Angelegenheit, die auf die verschiedenste Weise ausführbar sein wird, indess hier nicht näher erörtert werden kann.

Es mag auch beiläufig noch erwähnt werden, dass für das ruhige Ingangsetzen des zu untersuchenden Körpers eine Schleife um die Umwicklung der Axe und das Zuggewicht gelegt werden kann, welche zum Theil aus einem elastischen Gummibande besteht und in gespanntem Zustande die Umwicklung gegen selbthätiges Abwickeln schützt. Ein besonderer Strick dient dann zum Befestigen des Gewichts an einer besonderen Querstange, die an dem Tragegerüste unter dem Apparate angebracht und mit Bindfaden umwickelt ist. Die Reibung des Strickes auf der rauhen Bindfadenumhüllung wird nun benutzt, um durch eine leichte Fingerbewegung den Uebergang vom Festhalten zum Ingangsetzen zu ermöglichen, indem ein Loslassen des Strickes das Gewicht zum Sinken und zum Zerreissen der Schleife bringt, welche es noch mit der Umwicklung der Körperaxe verbindet. Es muss hervorgehoben werden, dass der Zugdraht sehr dünn sein darf, weil er nicht das Zuggewicht zu tragen, sondern nur seiner beschleunigenden Wirkung Widerstand zu leisten hat; die Zahl der Umwicklungen kann deshalb selbst auf einem kurzen Axenstücke eine sehr grosse werden und, wenn nöthig, eine Drehgeschwindigkeit hervorbringen, die mindestens ebenso gross ist wie die vom Untersuchungskörper in Wirklichkeit zu erwartende. Ein geübter Untersuchender wird indess wohl ganz von der Verwendung eines fallenden Gewichts oder einer besonderen Kraft absehen, um die Drehung nicht zu schwerer Rotationskörper zu erzeugen; er wird dies einfach mit den Händen besorgen und sich ausserdem selbst die einfachste Gebrauchsweise dieses Apparates zum Ausbalanziren ermitteln, der fast alle Drehgeschwindigkeiten und eine Unsymmetrie jeder Grösse in verschiedener Weise ermitteln lässt. —

Fig. 2 (a. f. S.) zeigt ein Kreiselrad mit senkrechter Axe in den beiden Lagern eines einfachen Apparates, welche als die auf den Kopf gestellten des eben beschriebenen gedacht werden können; das offene Lager befindet sich unten. Durch die abzuziehende (Draht-) Umwicklung wird der Kreisel nicht nur in Bewegung gesetzt, sondern auch nach oben gegen die innere Spitze des geschlossenen Lagers gedrückt und dadurch „zentrirt". Nachdem der Zugdraht abgezogen, sinkt der um die Verbindungslinie zwischen den Spitzen sich drehende Kreisel herab; derselbe wird dann entweder dadurch vollständig frei hingestellt, dass er

von selbst auf der Unterlage oder auf einer vorgelegten schiefen Ebene zur Seite läuft oder dadurch, dass der Apparat durch einen Knoten vor dem Ende der Umwicklung zur Seite gezogen wird, welcher das Führungsloch in dem Mittelstück der ⊃-förmigen Zwinge nicht passiren kann. Der Apparat ist demnach ein einfaches Instrument, um stark unsymmetrische Kreisel in ebenso bequemer Weise in Gang zu setzen, wie es bei den Kreiseln in den Bohnenberger- und Fessel'schen Ringen möglich ist. In der Figur ist das aus einer einfachen Schraubenzwinge hergestellte Instrument noch mit einem kleinen Holzgehäuse umgeben, um entweder eine bessere Handhabung oder eine Anfangsstellung des Kreisels von einer bestimmten Neigung durch Unterschieben einer keilförmigen Fussplatte zu erzielen. — Das Ankreiseln kann noch dadurch vereinfacht werden, dass ähnlich, wie beim vorigen Apparat beschrieben, eine Schleife von Gummiband in gespanntem Zustande um die Umwicklung gelegt und mit einem Knoten im äusseren Ende des Abzugdrahtes verbunden wird. Das beliebig lange vor der Ausführung vorzubereitende Ankreiseln besteht dann nur in einem Abziehen dieses Drahtes (das Gummiband wird dabei zerrissen und weggeschafft).

Fig. 2.

Für wenig unsymmetrische Kreisel erleichtert das eben beschriebene Verfahren eine Untersuchung, welche einfacher ist, wie sie bei der Verwendung des Apparates Fig. 1 sein würde. Zum Ausbalanziren lässt man einen derartigen in Drehung versetzten Kreisel in aufgerichteter Stellung auf einer glatten waagerechten Fläche, z. B. auf einer geschliffenen Glasplatte rotiren und wartet, bis die Geschwindigkeit so schwach geworden ist, dass man deutlich die Bewegung der geometrischen Axe um einen Hohlraum (während jeder Umdrehung) erkennen kann; man hält nun einen Zeichenpinsel mit Deckfarbe in den äussersten Theil des vom Kreiselrande umschriebenen Raumes und bezeichnet so den Endpunkt des Radius, auf dem das (ideelle) Uebergewicht liegt. Aus demselben wird dann Metall weggenommen, der Versuch wiederholt und das Verfahren so lange fortgesetzt, bis sich der von der äussersten Kreiselperipherie umschriebene Raum vor dem Umfallen des Kreisels nicht mehr verkleinern lässt.

Mit diesem Verfahren ist die Möglichkeit gegeben, die Körper zu schaffen, deren Bewegungen durch die Euler-Lagrange'schen Bewegungsgleichungen berechenbar sind; es ist also damit vielleicht ein kleiner Schritt gethan zur Prüfung, ob diese berühmte Rechnung für irdische Erscheinungen Geltung hat. Bis jetzt scheint keine solche Prüfung vorgenommen worden zu sein, welche Beweiskraft hat. Es geht dies aus der Thatsache hervor, dass in wissenschaftlichen Werken, selbst in solchen der neueren Zeit, ein Versuch angegeben wird, der im *Programm des Gymnasiums zu Seehausen i. A. vom Jahre 1874* beschrieben ist, und in welchem das nicht genau bestimmbare Geräusch eines konstruktiv-unsymmetrischen Kreisels (Gyrostaten) als Beweis für die errechneten feinen Bewegungen (Nutationen) der Axe eines symmetrischen Kreisels ohne Reibung angesehen wird. Dem ist entgegenzuhalten, dass nachweislich durch Vermehrung der Unsymmetrie Töne gesteigert werden können, welche ein Kreiselrad, wie es Fig. 2 enthält, hervorruft. Die

Anführung dieses Versuches als Beweisgrund wird ganz unverständlich, wenn man bei genauerem Zusehen findet, dass die Zahlenwerthe für den Seehausener Kreisel unrichtig sind. (Die Erscheinungen der natürlichen unsymmetrischen Kreisel mit Reibung dürfen durchaus nicht mit den für symmetrische ohne Reibung errechneten verwechselt werden, hauptsächlich deshalb nicht, weil letztere die Schleuderbewegung während jeder Umdrehung (also die Ursachen des „Ausbalanzirens") und das mit der Vermehrung des Uebergewichts zusammenhängende Steigen der Axe nicht haben).

Die Wichtigkeit des Gegenstandes entschuldigt vielleicht, dass an dieser Stelle noch einige Worte über den Werth des Kreisels als Instrument für eine allgemeine Untersuchung der Gesetze der Rotation geäussert werden. (Vorausgesetzt wird, dass unter „Kreisel" jeder Rotationskörper verstanden werden kann, dessen Axe nur in einem Punkte unterstützt ist und daher eine theilweise oder ganz freie Bewegung hat, welche eine Beobachtung gestattet). Die Nothwendigkeit, sich des Kreisels zu bedienen, würde vorliegen, wenn keine besseren Mittel zur Untersuchung des Kapitels „Rotation" zur Verfügung stehen.

Aus der Einleitung geht vielleicht hervor, dass in der Technik keine besseren vorhanden sind für die dort verwandten rotirenden Körper.

Für die Untersuchung der Rotationsbewegung in der Physik stehen die oben genannten Euler-Lagrange'schen Bewegungsgleichungen zur Verfügung. Professorin Frau Kowalewsky hat in klarer Weise die Körper aufgezählt, für welche eine derartige Rechnung möglich ist (*Acta mathemathica, Bd. XIV, S. 93*) und es erscheint sehr zweifelhaft, ob diese Rechnungen auch für andere Körper und für alle in der Wirklichkeit auftretenden Umstände (Komponenten) ohne Weiteres verwendbar sind (Kirchhoff, *Vorlesungen über mathematische Physik, 1883, 7. Vorlesung § 4 und Seite 422*). Zu den nicht berechenbaren Körpern gehören die kinetisch unsymmetrischen Kreisel; die Reibung ist überhaupt im analytischen Sinne noch nicht in Betracht gezogen worden. Es scheint also eine gewisse Nothwendigkeit vorzuliegen, zur Untersuchung dieser Umstände und Körper die Beobachtung entsprechender Kreisel heranzuziehen.

Die wichtigste Erscheinung, welche durch unsymmetrische Kreisel dargelegt werden kann, ist die schon oben erwähnte, wonach mit der Zunahme der Drehgeschwindigkeit sich die Grösse der Ausschläge verkleinert oder umgekehrt mit der Verminderung der ersteren eine Vergrösserung der letzteren eintritt. Vielleicht ist diese Erscheinung durch das Verhältniss des ideellen Uebergewichtes an einem Punkte der Peripherie zum ganzen Gewicht des Kreisels bedingt, jedenfalls aber so lange richtig, als dieses Verhältniss 3 : 100 nicht übersteigt. Der Beweis dafür lässt sich durch Rotation des Kreisels der Fig. 2 führen, bei welchem das Uebergewicht „links" innerhalb der Peripherie angedeutet ist. Man braucht nur die Axe des Kreisels zu beobachten, wenn er frei rotirt und die Ausschläge bei grossen Winkelgeschwindigkeiten mit denen bei kleinen zu vergleichen. (Zur grösseren Klarheit sei hervorgehoben, dass unter „Ausschlag" das „Aus-der-Bahn-treten" des Punktes der Peripherie verstanden ist, der dem Uebergewicht zunächst liegt; dasselbe findet natürlich innerhalb jeder einzelnen Umdrehung statt und ruft „schimmernde" Umrisse des Körpers hervor. Das „Ausschlagen" (*throwing out*) darf natürlich mit den Nutationen symmetrischer Kreisel nicht verwechselt werden). Zwischen den Grössen der Ausschläge, des Uebergewichts und der Winkelgeschwindigkeit scheint ein so gesetzmässiger Zusammenhang zu bestehen, dass

sich wahrscheinlich die dritte dieser Grössen errechnen lässt, wenn die beiden anderen bekannt sind. Ein derartiges Verfahren würde also vielleicht einst einen Aufschluss über die Lagerung der Massentheilchen in einem Körper liefern und für physikalische Untersuchungen ebenso wichtig werden können, wie es der Gebrauch der Waage ist für die Bestimmung der Quantität der Massentheilchen.[1])

In der physikalischen Abtheilung der „*British Association*“ machte am 5. August 1892 Prof. Reynolds die Mittheilung, dass die Welle eines rotirenden Körpers bei einer gewissen Geschwindigkeit eine grosse Unruhe zeigen kann, welche wieder verschwindet, wenn diese Geschwindigkeit überschritten wird. Möglicher Weise kann aus dieser Bemerkung eine Bestätigung der gegebenen Ansicht über die Ausschlagsgrössen bei unsymmetrischen (also bei allen nicht ausbalanzirten) rotirenden Körpern hergeleitet werden. —

Eine mathematische Bearbeitung der Bewegung letztgenannter Körper kann zur Zeit nicht gegeben werden, weil bei denselben nicht nur dieselben Umstände in Betracht zu ziehen sind, welche bei der Berechnung der symmetrischen maassgebend waren, sondern auch die dort ausgeschalteten (wie: Unsymmetrie und Reibung) und ausserdem noch andere, neu hinzutretende. Während z. B. die sogen. „feste“ Spitze des Kreisels der löslichen Bewegungsgleichungen stets an derselben Stelle bleiben kann, wird sie beim unsymmetrischen durch die sogen. Zentrifugalkraft des Uebergewichts zu einer Ortsveränderung veranlasst. Die Reibung wird dadurch eine ungleichmässige und durch die Schläge, mit welchen sich diese Spitze gegen den stützenden (oder Aufhänge-) Punkt bewegt, wird das Material auf Festigkeit in Anspruch genommen; der Fall z. B., dass bei einem unter 15° zur Senkrechten geneigten, also Präzessionsbewegungen der Axe besitzenden Kreisel in der Sekunde (durch 200 Umdrehungen veranlasst) 200 solcher Schläge vorkommen, ist kein ungewöhnlicher, und es würde sehr leichtfertig sein, wenn hier die für die verschwindenden und bleibenden Deformationen der Berührungsstellen in Rechnung zu bringenden Kraftgrössen gleich 0 gesetzt würden. Wenn die Rechnung für rotirend gedachte Körper bei Ausschaltung der Unsymmetrie und Reibung über 123 Jahre (von Euler 1765 bis Frau Kowalewsky 1888) gebraucht hat, um zu einem gewissen Abschluss zu kommen, so wird man sich vielleicht mit der rechnerischen Bestimmung des viel komplizirteren Problems der Drehung (Rotation) der irdischen Körper im Allgemeinen noch etwas gedulden müssen, besonders wenn man in Betracht zieht, dass die geringschätzende Behandlung (*the pooh-poohing*) der Unsymmetrie erst seit kurzer Zeit etwas vermindert worden ist. Für die Physik wird es vielleicht nöthig, zum Experiment ohne mathematische Erklärung zu greifen, wenn nicht die Industrie in Bezug auf Rotation auf Selbsthilfe beschränkt bleiben soll.

Einzelne Fälle lassen sich vielleicht rechnerisch dadurch bestimmen, dass man die Arbeit des Schwerpunktes der ganzen Masse in Beziehung zu der vom Uebergewicht entwickelten Kraft setzt; hierher gehören die Bewegungen unsymmetrischer Kreisel ohne Präzession, also dann z. B., wenn sie bei sehr grossen Geschwindigkeiten mit senkrecht bleibender Axe ihre Schleuderbewegung machen und dann ferner, wenn sie, mit geringer Geschwindigkeit sich drehend, mit ihrer

[1]) Herr F. Ernecke, Berlin, Königgrätzerstr. 112, liefert den in Fig. 2 dargestellten Apparat, sowie alles Zubehör, welches zur Darstellung aller Bewegungen frei rotirender Kreisel nothwendig ist.

Axe Hohlkegel umschreiben, die sich durch schimmernde Umrisse deutlich erkennen lassen. Die Berechnung der Bewegung aller unsymmetrischen Kreisel mit Präzession, also der schräge stehenden, dürfte indess die eben angedeuteten Schwierigkeiten verursachen; es ist gar nicht ausgeschlossen, dass hierbei ausser den experimentell festgestellten Präzessions- und Ausschlagsbewegungen auch noch besondere Nutationsbewegungen vorkommen können.

Zur Aufklärung darüber, wie es kommt, dass das Ausbalanziren rotirender Körper erst in der neueren Zeit öffentliche Beachtung gefunden hat, nachdem es schon Menschenalter hindurch von Drechslern mit grossem Vortheil, aber wissenschaftlich fast unbemerkt benutzt worden ist, muss auf die Bedeutung hingewiesen werden, den der sog. Bohnenberger-Apparat und seine Nachahmungen für die Verbreitung der Kenntnisse von der Rotation gehabt haben. Der allen diesen Apparaten gemeinsame Konstruktionsgrundsatz war, die Axe eines Kreisels in zwei Lagern laufen zu lassen, welche in einem Ringe angebracht sind, der nicht rotirt, wohl aber die Präzessionsbewegungen der Axe mitmachen und zeigen soll. Durch diese Konstruktion musste natürlich die Ausschlagsbewegung eines schwach unsymmetrischen Kreisels (bezw. die Nutationsbewegung eines symmetrischen) dem Auge unsichtbar gemacht werden. Also eine Kenntnissnahme dieses, wie jetzt durch Ausbalanziren von Maschinentheilen nachgewiesen ist, wichtigen Theiles der Lehre von der Rotation wurde durch derartige Körperkombinationen unterdrückt. Dazu kam, dass letztere eines hohen Ansehens genossen und, für die besten Instrumente zur Darstellung der Rotationsbewegung gehalten, wahrscheinlich Manchen von der Beobachtung der einfachen, reinen Kreiselbewegung abgehalten haben. (Dass die Erzeugung der letztgenannten Bewegung auch ohne Kenntniss des beschriebenen Ankreiselapparates, Fig. 2, möglich war, beweist u. A. eine Dissertation von Herm. Franke *„Ueber die Bewegung rotirender Kreisel“, Jena, 1874*). — Vielleicht wird der Gebrauch und das Dasein der Körperkombinationen nach Bohnenberger jetzt aufhören, wo die Erzeugung der Bewegungen eines einfachen, wohlfeilen, leicht zu untersuchenden und für beliebige Schwerpunktslagen umzugestaltenden Kreiselrades mit grosser Umlaufsdauer erleichtert worden ist. (Das in Fig. 2 dargestellte, der Spielwaarenindustrie entnommene Kreiselrad hat im gewöhnlichen lufterfüllten Raume bei nicht übergrossen Anfangsgeschwindigkeiten schon Umlaufszeiten von über 13 Minuten ergeben. Beiläufig sei hier bemerkt, dass schon Poggendorf in seinen *Annalen. 90. S. 150. Anm.* die grosse Reibung in den Bohnenberger'schen Apparaten scharf tadelt). In den physikalischen Kabinetten, in welchen die gänzliche Beseitigung der genannten Körperkombinationen Schwierigkeiten machen sollte, dürfte eine Untersuchung darüber nothwendig sein, ob die von den betreffenden Apparaten gezeigten Erscheinungen wirklich der Rotation von symmetrischen Kreiseln oder ob sie einer Kombination von schwach unsymmetrischen Kreiseln mit nicht rotirenden Ringen (bezw. mit Stangen und Gewichten) zuzuschreiben sind.

Ueber einige bemerkenswerthe Eigenschaften von Schwefelsäure-thermometern.

Von
Dr. **Wilhelm Donle** in München.

Vor einiger Zeit hat Herr Dr. B. Walter in dieser Zeitschrift[1]) auf eine Fehlerquelle bei Quecksilberthermometern aufmerksam gemacht, welche darin besteht, dass eine Quantität Quecksilber in den oberen luftleeren Raum der Kapillare schon bei Temperaturen von 100° C abdestillirt, wenn dieser Theil der Kapillare nicht in den Raum eingetaucht ist, dessen Temperatur bestimmt werden soll.

Das Ueberdestilliren einer Quantität der thermometrischen Flüssigkeit in den oberen Theil der Kapillare tritt bekanntlich in noch höherem Maasse schon bei gewöhnlichen Temperaturen bei Alkoholthermometern ein, die zur Messung tiefer Temperaturen und als Minimumthermometer für meteorologische Zwecke vielfach wissenschaftliche Verwendung finden. Kürzlich hat nun Chappuis[2]) auf eine Reihe von Fehlerquellen bei Alkoholthermometern hingewiesen, welche durch Adhäsion des Alkohols an der Kapillare beim raschen Uebergang zu tiefen Temperaturen, durch seine sehr ungleiche Ausdehnung, seinen niedrigen Siedepunkt und durch zufällige Verunreinigung bedingt sind. Chappuis schlägt deshalb als thermometrische Substanzen Toluol und Aethylbenzol vor, welche einen höheren Siedepunkt haben und ausserdem leicht rein darzustellen sind. Die Untersuchung ergab zunächst für Toluol wesentlich günstigere Resultate als für Alkohol.[3])

Die üble Eigenschaft der Alkoholthermometer, Destillate von oft beträchtlicher Menge im oberen Theil der Kapillare zu zeigen, scheint Chappuis vollständig entgangen zu sein. Und doch kann man sich davon leicht überzeugen, wenn man ein Alkoholthermometer einer regelmässigen Beobachtung unterwirft. Hat man bei einem solchen das etwa vorhandene Destillat durch vorsichtige Erwärmung mit dem Flüssigkeitsfaden vereinigt, so wird man oft schon nach ein paar Stunden, manchmal nach Verlauf von einem oder mehreren Tagen wieder ein Destillat am Ende der Kapillaren vorfinden, das oft längere Zeit an Menge beständig zunimmt, zeitweilig auch vielleicht wieder verschwindet, obwohl man stets das ganze Thermometer unter denselben Temperaturverhältnissen belassen hat. Es ist klar, dass dadurch unter Umständen Fehler in die Temperaturbestimmungen kommen, die sogar mehrere Grade ausmachen können, wenn nicht dem Destillat eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. So berichtet z. B. die Meteorol. Zentralstation in München im *12. Jahrgang ihrer Mittheilungen 1890 S. 13* von einem Alkoholminimumthermometer in Speyer, dessen Destillat dem Beobachter von März bis Oktober 1890 entgangen war und einen Fehler bis zu 3,6° veranlasst hatte. Das Vorhandensein des Fehlers war allerdings im genannten Falle durch an der Zentralstation ausgeführte rechnerische und graphische Kontrolen vermuthet worden. Mit der Vertheilung des konstatirten Fehlers von 3,6° auf die betheiligten Monate kann sich allerdings Verf. nach seinen Erfahrungen nicht einverstanden erklären. An kleinen meteorologischen Beobachtungsstationen mit physikalisch wenig vorgebildeten Beobachtern dürften in Folge dieser Fehlerquelle

[1]) *Diese Zeitschr. 1892. S. 342.*

[2]) *Arch. de Gen. III.* **28.** *S. 293. (1892.) Physik. Revue* **2.** *S. 672 (1892).*

[3]) Toluol zeigt aber ebenfalls, wie besondere Versuche mit Toluolröhren ergaben, sehr beträchtliche Destillationserscheinungen.

manche Temperaturminima mit dem Alkoholminimumthermometer zu niedrig beobachtet worden sein.

Ob das Abdestilliren des Alkohols durch geringe Temperaturerniedrigungen an der Spitze der Kapillaren oder durch rasches Zurückgehen des Flüssigkeitsfadens veranlasst wird, wodurch eine rasche Volumenvergrösserung des mit Alkoholdampf erfüllten Theiles der Kapillare, in Folge dessen auch Temperaturerniedrigung und Kondensation des Alkoholdampfes eintreten muss, konnte ich durch besondere in dieser Hinsicht angestellte Versuche nicht mit Sicherheit entscheiden. Thatsache ist, dass Alkoholthermometer ein Destillat am Ende der Kapillare zeigen, auch wenn einseitige rasche Abkühlung der Thermometer so sorgfältig wie möglich vermieden wird.

Vor einigen Monaten hat mir nun Freiherr von Lupin in München eine Serie selbstgefertigter, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllter Thermometerröhren zur Beobachtung übergeben, welche nach seiner Aussage von Destillationserscheinungen vollkommen frei sein sollten. Hr. von Lupin hat für seine Thermometer ein Patent unter Kl. 42 No. 66445 erworben.

Unter den mir übergebenen Thermometerröhren befand sich auch eine, welche auf Holzskale, mit Glasfaden versehen und so als Minimumthermometer eingerichtet, bereits im J. 1887 von der von Dr. P. Vogel, Dr. P. Ehrenreich und Dr. v. d. Steinen in Brasilien unternommenen wissenschaftlichen Expedition verwendet worden war.

Da den von Lupin'schen Thermometern nun in der That die ihnen vom Verfertiger nachgerühmte Eigenschaft zukommt, dass sie unter gewöhnlich vorkommenden Verhältnissen nicht das geringste Destillat in der Kapillare zeigen, so habe ich mich auf Ansuchen von Hrn. von Lupin entschlossen, die mit denselben angestellten Versuche in Nachstehendem zu veröffentlichen und dadurch die Aufmerksamkeit der Fachgenossen und Techniker auf diese für viele Zwecke werthvollen Thermometer zu lenken.

Leider waren die mir übergebenen Schwefelsäurethermometer ohne Theilung, so dass eine Vergleichung derselben mit dem Quecksilber- oder Luftthermometer nicht ausgeführt werden konnte, da es zunächst auch nur auf Bestätigung der genannten Eigenschaft ankam. Auch musste ich eine Reihe von anderen Untersuchungen, die ich gerne der Vollständigkeit halber im Anschluss ausgeführt hätte, wegen Mangels der dazu nöthigen Hilfsmittel unterlassen. Es wäre daher wünschenswerth, wenn in einem mit den erforderlichen Hilfsmitteln ausgestatteten physikalischen Institut Untersuchungen über die thermische Ausdehnung verdünnter Schwefelsäure, sowie über ihr Verhalten bei sehr tiefen Temperaturen angestellt würden.

Die Versuchsröhren waren bis auf eine mit reiner verdünnter Schwefelsäure von 25, 35 bis 40,5 Gewichtsprozenten, entsprechend einer chemischen Zusammensetzung $H_2SO_4 + 10\,H_2O$ bis $H_2SO_4 + 8\,H_2O$, spez. Gewicht 1,268 bis 1,311 gefüllt. In einer Versuchsröhre war die verdünnte Schwefelsäure mit Aethylorange schön hellroth gefärbt. Der Siedepunkt der Füllung liegt nach Landolt's *Tabellen S. 109* zwischen 110° u. 114° C, würde also zur Noth noch eine Bestimmung des Fixpunktes 100° C zulassen. Die Ausdehnung von $H_2SO_4 + 10\,H_2O$ ist nach Untersuchungen von Marignac[1]) gegeben durch

$$V_t = V_0\,(1 + 0{,}000\,5858\,t - 0{,}000\,000\,067\,t^2).$$

[1]) *Ann. der Chem. u. Pharm. (Liebig's Ann.) Suppl. 8. S. 373. (1872.)*

[2]) *Sitzungsber. der k. b. Akad. Bd. II. S. 344. (1866.)*

Bezüglich der Grösse der Ausdehnung steht die verdünnte Schwefelsäure also nahe konzentrirtem Alkohol nach, dessen Ausdehnung bei 98,87 Gew. Proz. nach Recknagel[2]) gegeben ist durch die Formel

$$V_t = V_0 (1 + 0{,}00\,1033\,t + 0{,}00\,000\,145\,t^2)$$

für tiefe Temperaturen, durch

$$V_t = V_0 (1 + 0{,}00\,1012\,t + 0{,}000\,00\,220\,t^2)$$

für Temperaturen bis + 27° C.

Unter sonst gleichen Verhältnissen würde demnach bei Berücksichtigung eines mittleren kubischen Ausdehnungskoeffizienten für Glas die Länge eines Temperaturgrades beim Alkoholthermometer nahezu die doppelte sein wie beim Schwefelsäurethermometer, ein Uebelstand, der durch Anwendung hinreichend enger Kapillaren kompensirt werden könnte.

Es wurden nun genannte Schwefelsäurethermometer gleichzeitig mit einigen mit Alkohol gefüllten Versuchsröhren längere Zeit der Beobachtung unterworfen. Die Schwefelsäurethermometer zeigten niemals ein Destillat am Ende der Kapillaren, während dies bei den, den gleichen Temperaturverhältnissen ausgesetzten Alkoholthermometern durchgängig der Fall war. Durch vorsichtiges Erwärmen wurde dann von Zeit zu Zeit der abdestillirte Alkohol wieder mit dem übrigen Flüssigkeitsfaden vereinigt und die Thermometer dann mit den übrigen sich selbst überlassen.

Es wurden ferner wiederholt Schwefelsäure- und Alkoholthermometer, nachdem bei letzteren jegliches Destillat entfernt war, mit dem oberen Ende der Kapillaren in eine Kältemischung aus Kochsalz und Schnee (tiefste erreichte Temperatur — 22° C) eingesteckt und etwa ½ Stunde darin belassen. Die Alkoholthermometer zeigten dann stets ein Destillat, die Schwefelsäurethermometer nicht einmal Spuren, obwohl dieselben sich auch hätten erkennen lassen müssen, da die kapillaren Hohlräume sämmtlicher Röhren am Ende in eine sehr feine Spitze ausgezogen waren, welche bei Anwesenheit der geringsten Mengen Destillat nicht mehr scharf zu erkennen ist.

Weiter wurden die Versuchsröhren mehrmals in einem Wasserbade bis etwa 65° C erhitzt, so dass die gesammten Flüssigkeitsfäden eingetaucht waren, die Enden der Kapillaren dagegen herausragten. Bei einem der Alkoholthermometer war ein Destillat schon bei einer Temperatur des Bades von etwa 35° C in der Spitze der Kapillaren zu erkennen. Das Destillat nahm, wenn auch langsam, bei Erhöhung der Temperatur bis 65° C zu, eine andere Alkoholröhre zeigte Spuren eines Destillates bei etwa 50° C des Bades. Beide Alkoholthermometer zeigten am anderen Tage, nachdem man sie langsam mit dem Wasserbade bis auf etwa 8° C hatte abkühlen lassen, beträchtliche Mengen von Destillat am Ende der Kapillaren. Bei den Schwefelsäurethermometern war in allen Fällen unter sonst gleichen Verhältnissen ein Destillat niemals zu beobachten.

Zwei der Schwefelsäureversuchsröhren hatten mit den Alkoholthermometern das Gemeinsame, dass nach dem Zurückgehen des Flüssigkeitsfadens Spuren der thermometrischen Flüssigkeit in der Kapillare haften blieben. Insbesondere zeigte dies ein mit Methylviolett blaugefärbtes Weingeistthermometer und das mit Aethylorange gefärbte Schwefelsäurethermometer. Diese Erscheinung dürfte also wohl durch die fremden Beimengungen und dadurch hervorgerufen sein, dass die Kapillaren vor der Füllung nicht sorgfältig genug gereinigt worden waren. Bei den übrigen Schwefelsäure- und Alkoholröhren blieb aber die Kapillare von der-

artigen geringen Rückständen nach raschem Zurückgehen des Flüssigkeitsfadens vollkommen frei.

Nachdem so die Schwefelsäurethermometer fortgesetzt hinsichtlich eines Destillates stets das gleiche negative Resultat ergeben hatten, machte ich am 19. November 1892 Vormittags folgenden bemerkenswerthen Versuch:

> „Durch vorsichtiges Erwärmen der Röhre am Ende des Schwefelsäurefadens wurde eine Quantität Flüssigkeit von etwa 1 *mm* scheinbarer Länge in den freien Theil der Kapillare abdestillirt und dieses Destillat durch Nachgehen mit der Flamme bis ans Ende der Kapillare in die fein ausgezogene Spitze geführt, wo das Destillat zunächst verblieb. Am nächsten Morgen, 10. November 1892, war das Destillat vollständig verschwunden. Derselbe Versuch wurde mit dem gleichen Enderfolge wohl 20 mal wiederholt; in allen Fällen verschwand das Destillat aus dem Ende der Kapillaren wieder vollständig, nur war die Zeitdauer, innerhalb deren das Verschwinden eintrat, verschieden. Bei grösseren Mengen Destillat und bei beträchtlicher Entfernung desselben vom übrigen Flüssigkeitsfaden dauerte es 2 bis 3 Tage, bis dasselbe vollständig verschwunden war."

Dieses bemerkenswerthe Verhalten ist wohl nicht anders als in folgender Weise erklärlich: Erhitzt man das Ende des Schwefelsäurefadens, so verdampft nur ein Theil des Wassers der verdünnten Säure. Dieses setzt sich dann als Destillat am oberen Ende der Kapillaren ab. Die Schwefelsäure ist nun offenbar bei den zur Füllung angewendeten Verdünnungsgraden noch hygroskopisch genug, um noch begierig Wasser aufzunehmen; das abdestillirte Wasser wird daher durch die konzentrirter gewordene Füllung wieder vollständig absorbirt.

Bei Alkoholthermometern dürfte wahrscheinlich das gerade entgegengesetzte Verhalten vorliegen. Die Füllung ist wohl in den seltensten Fällen absoluter Alkohol, meistens mehr oder minder wasserhaltiger Alkohol. Das Destillat ist wegen des niedrigen Siedepunktes wohl nur absoluter Alkohol, welcher, weil ebenfalls hygroskopisch, nach und nach Wasserdampf aus der übrigen Füllung anzieht und so die Menge des Destillats fortgesetzt vergrössert. Nur wenn zufällig das Destillat eine stärkere Erwärmung erfährt als der übrige Theil des Thermometers, kann eine Verminderung des Destillats oder ein Verschwinden desselben wieder eintreten.

Da bei den oben beschriebenen Versuchen mit Schwefelsäureröhren im Wasserbade bis zur Temperatur von 65° C eine Destillation niemals eintrat, die Versuchsröhren aber eine weitere Temperaturerhöhung wegen unzureichender Länge nicht zuliessen, verschaffte ich mir noch eine Versuchsröhre von solcher Länge, dass auch bei Siedetemperatur des Wassers noch ein hinreichender Theil der Kapillare vom Flüssigkeitsfaden frei blieb. Die Versuchsröhre wurde dann in ein doppelwandiges Rudberg'sches Siedegefäss gebracht, so dass auch der oberste Theil des Flüssigkeitsfadens vom Dampf umspült war und die Kapillare noch etwa 4 *cm* aus dem Gefäss herausragte. Der reduzirte Barometerstand an einem der Versuchstage (28. Dez. 1892 Vorm.) betrug 721,25 *mm*, die Siedetemperatur des Wassers demnach 98,546° C. Nachdem das Wasser des Siedegefässes 10 Min. in lebhaftem Sieden begriffen war, zeigten sich in der Spitze der Kapillaren Spuren von Destillat, die sich nach weiteren 20 Min. fortgesetzten Siedens bis zu einem Tropfen von etwa $1^1/_2$ *mm* Länge vermehrt hatten. Die Ver-

suchsröhre wurde dann aus dem Siedegefäss herausgenommen und bei Zimmertemperatur frei in der Luft aufgehängt sich selbst überlassen. (Zimmertemperatur maxim. etwa 14°, min. etwa 7° C.) Am 30. Dez. Nachm. war das Destillat bis auf die letzte Spur vollständig verschwunden. Der Versuch wurde mit genau dem gleichen Erfolge noch zweimal wiederholt. Das Destillat konnte demnach in allen Fällen nur aus Wasser bestanden haben, welches durch die noch merklich hygroskopischen Eigenschaften der übrigen Flüssigkeit wieder absorbirt wurde.

In Zusammenfassung der vorstehenden Untersuchungen lässt sich also sagen, dass die Verwendung von verdünnter Schwefelsäure der angegebenen Konzentrationen als thermometrische Substanz gegenüber dem Alkohol den Vortheil bietet, dass unter gleichen Verhältnissen ein Destilliren der Flüssigkeit in das Ende der Kapillare niemals eintritt und dass ein solches Destillat, falls es in Folge Anwendung von Temperaturen, die der Siedetemperatur des Wassers nahe liegen, entstanden ist, durch die hygroskopische Eigenschaft der verwendeten verdünnten Säure wieder vollständig verschwindet. Wegen dieser werthvollen Eigenschaft dürfte daher insbesondere der Ersatz der bisherigen Alkohol-Minimumthermometer für meteorologische Zwecke durch Schwefelsäurethermometer angezeigt erscheinen.

Auf ein weiteres sehr werthvolles Verhalten dieser Schwefelsäurethermometer möchte ich schliesslich noch hinweisen, nämlich dass dieselben auch für sehr tiefe Temperaturen brauchbar sind. Nach Untersuchungen von Pfaundler und Schnegg[1]) erstarrt die verdünnte Säure von 35,25 Gew. Proz., entsprechend der Formel $H_2SO_4 + 10\,H_2O$ erst bei $-61{,}7°$ C, eine verdünnte Säure mit einem Prozentgehalt zwichen 35,25 und 74,3% konnte auch durch Anwendung eines Kohlensäurebades nicht zum Erstarren gebracht werden. In neuester Zeit hat Pictet[2]) den Erstarrungspunkt von $H_2SO_4 + 10\,H_2O$ zu $-88°$ C gefunden. Wählt man also etwa die verdünnte Säure $H_2SO_4 + 8\,H_2O$, entsprechend 40,5 Gew. Proz. H_2SO_4, zur Füllung, so hat man eine thermometrische Flüssigkeit, welche neben der nachgewiesenen werthvollen Eigenschaft, keine Destillate entstehen zu lassen, auch zur Bestimmung sehr tiefer Temperaturen brauchbar ist.

München, im Januar 1893.

Ueber Goniometer mit zwei Kreisen.

Von
Dr. S. Czapski in Jena.

Nachtrag zu dem Aufsatze über „Ein Neues Goniometer“.

Im *diesjährigen Januar-Hefte dieser Zeitschrift S. 1* habe ich ein Goniometer beschrieben, welches nach dem Prinzip des Theodoliten konstruirt ist. Es war mir damals unbekannt, ob dieses Prinzip schon von Anderen zur Anwendung gebracht worden sei. Durch die Redaktion wurde mir eine Zuschrift des Herrn von Fedorow in Petersburg übermittelt, in welcher dieser Herr eine Uebersetzung seiner (in russischer Sprache) in den *Verhandlungen der Kaiserl. mineral. Gesellschaft zu St. Petersburg (Bd. 26, S. 458) vom 21. Nov. 1889* veröffentlichten Beschreibung giebt. Ausserdem

[1]) *Wien. Berichte* **71.** *II. S. 361. (1875.)*
[2]) *Compt. Rend.* **115.** *S. 814. (1892.)*

erhielt ich von Herrn Prof. V. Goldschmidt in Heidelberg den Abdruck einer kurzen Mittheilung über ein von diesem nach dem gleichen Prinzip konstruirtes Goniometer, welches derselbe in der Versammlung der Geologischen Gesellschaft zu Strassburg im Herbst des vergangenen Jahres demonstrirt hatte. Eine Beschreibung und Abbildung des Goldschmidt'schen Instrumentes sowie eine ausführlichere Diskussion des auf dasselbe Anwendung findenden Beobachtungs- und Rechnungsverfahrens bringt das neueste Heft der *Ztschr. f. Krystallographie hrsg. von P. Groth* (**21**, *S. 210, 1893*). Es sei mir gestattet, an der Hand dieser Publikationen kurz über die Konstruktion der Apparate von v. Fedorow und Goldschmidt zu berichten und das Unterscheidende zwischen den ihrigen und dem meinigen hervorzuheben.

Sowohl v. Fedorow als Goldschmidt wurden bei der Konstruktion ihres Instrumentes von dem gleichen Gedanken geleitet wie ich selber: Die Messungen der Flächenwinkel von Krystallen nach Art der mit dem Theodoliten stattfindenden Messungen von Sternörtern zu gestalten. Ihnen beiden gemeinsam ist ferner die Einrichtung, dass der vertikale Limbus mit dem horizontalen fest verbunden ist, und sich sammt diesem um die vertikale Axe dreht, während ich es vorgezogen habe, beide Kreise von einander unabhängig zu lagern. Der Krystallträger befindet sich bei v. Fedorow in der vertikalen Axe des horizontalen Limbus (wie bei meinem Instrument); bei Goldschmidt ist er in der horizontalen Axe des Vertikalkreises angebracht. Diese letztere Einrichtung nöthigt wegen der zwischen Limbus und Krystall befindlichen mannigfachen Zentrireinrichtungen zu einer relativ beträchtlichen Entfernung des vertikalen Limbus von der vertikalen Axe. Derselbe bildet in Folge dessen eine an langem Arm einseitig auf den Horizontalkreis wirkende schwere Last — eine Anordnung, die mir für die Konstruktion des Apparates eine Erschwerniss und für seine dauernd gute Funktionirung eine Gefahr in sich zu schliessen scheint. Bei beiden Instrumenten endlich ist das Fernrohr senkrecht zur vertikalen Axe gerichtet, also horizontal, während dasselbe bei mir umgekehrt mit dem Vertikalkreis verbunden ist. Jene Einrichtung gewährt den Vortheil (den ich auch meinerseits sehr in Erwägung gezogen habe), dass jede gewöhnliche Flamme als Lichtquelle benutzt werden kann, während ich bei meiner Einrichtung gezwungen bin, ein mit dem Fernrohr verbundenes kleines Glühlämpchen anzuwenden (v. Fedorow benutzt allerdings auch bei seinem Instrument ein solches). Endlich stimmt die von mir getroffene Einrichtung mit der v. Fedorow'schen auch darin überein, dass wir beide das Instrument zunächst auf Autokollimation angewandt haben; doch lässt sich selbstverständlich ohne Weiteres auch ein besonderer Kollimator — bei v. Fedorow am horizontalen, bei mir am vertikalen Kreise — anbringen. (Die spezielle Einrichtung der Autokollimation ist bei v. Fedorow etwas verschieden von der meinigen, indem er das Signal nicht physisch in der Brennebene des Fernrohrs anbringt, sondern durch Abbildung mittels eines Linsensystems dorthin projizirt). Bei Goldschmidt befindet sich der Kollimator auf einer besondern Schiene, welche an den einen Fuss des Instruments angeschraubt ist.

Goldschmidt geht in seiner oben genannten Veröffentlichung, wie bemerkt, des Näheren auf die Anwendungsweise seines Instruments, die Art der Krystallberechnung, -Zeichnung u. s. w. ein und fasst am Schluss derselben die Vortheile des Instruments gegenüber den einkreisigen unter nicht weniger als 15 Rubriken zusammen. Diese Vortheile, welche sämmtlich auf dem Prinzip der Beobachtungsmethode beruhen, werden natürlich in gleicher Weise von dem v. Fedorow'schen

und dem meinigen getheilt. Welches von diesen dreien sich für den praktischen Gebrauch schliesslich als das vortheilhafteste erweisen wird, kann nur eine längere Erfahrung entscheiden.

Die besonderen Einrichtungen für die Strahlenbegrenzung, welche ich an meinem Instrument getroffen habe, um einerseits die Genauigkeit der Messungen zu erhöhen, andererseits falsches Nebenlicht auszuschliessen und die Orientirung über den Zusammenhang der Messungen zu erleichtern, finde ich in den Publikationen der genannten Herren nicht erwähnt. Diese Einrichtungen würden sich übrigens ganz ebenso für die jetzt gebräuchlichen Goniometer, mit Kollimator wie mit Autokollimation, empfehlen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Bestimmungen über die Prüfung und Beglaubigung von Schraubengewinden.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die zweite (technische) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt übernimmt die Prüfung und Beglaubigung von Schraubengewinden nach Maassgabe folgender Bestimmungen:

§ 1.

Die Prüfung hat den Zweck, die Grössen des Durchmessers, der Steighöhe und der Gewindeform von Schrauben oder Gewindebohrern zu ermitteln. Bezieht sich dieselbe auf Musterspindeln oder Muttergewinde, welche das in der Anlage beschriebene Normalgewinde für Befestigungsschrauben nach metrischem Maasssystem darstellen, so kann sie mit einer Beglaubigung verbunden werden.

§ 2.

Musterspindeln für Normalgewinde nach metrischem Maasssystem, welche zur Beglaubigung eingereicht werden, sollen folgenden Bedingungen entsprechen:

1) Die Spindel soll aus gutem Gussstahl erzeugt, jedoch nicht gehärtet sein. Sie besteht aus einem das Gewinde darstellenden Theil (Bolzen) und einem gewindefreien Theil (Stiel). Bolzen und Stiel müssen aus einem Stück gearbeitet sein.
2) Der Stiel soll im Allgemeinen zylindrische Form und einen Durchmesser besitzen, der dem äusseren Durchmesser des Bolzens etwa gleichkommt, mindestens aber 3 *mm* beträgt. Die Länge des Stieles soll das $1^1/_2$ fache seines Durchmessers um mindestens 15 *mm* überschreiten. Seine Oberfläche braucht nicht glatt zu sein, sondern kann geriffelt, genarbt u. s. w. sein.
3) Die Anzahl der auf dem Bolzen befindlichen, voll ausgebildeten Gewindegänge soll mindestens gleich derjenigen Zahl sein, welche man erhält, wenn man die Hälfte der den Durchmesser in Millimetern ausdrückenden Zahl von 20 abzieht.
4) Das Gewinde soll, sofern der Durchmesser des Bolzens nicht geringer ist, als der des Stieles, von diesem durch eine Hinterdrehung getrennt sein.
5) Soll die Beglaubigung gleichzeitig auf ein zu dem Bolzen gehöriges Muttergewinde erstreckt werden, so muss die Spindel noch einen zylindrischen Fortsatz von glatter Oberfläche besitzen, dessen Durchmesser gleich dem des Kernes ist und dessen Länge die Höhe der Mutter um mindestens 1 *mm* übertrifft. Dieser Fortsatz kann sowohl die Verlängerung des Gewindes bilden, als auch am abgewandten Ende des Stieles sitzen; er muss in jedem Falle mit dem übrigen Körper aus einem Stück gearbeitet sein.

6) Der Körper des Muttergewindes soll ebenfalls aus nicht gehärtetem Gussstahl bestehen und auf einer seiner Stirnseiten genügenden Platz für die Aufbringung des Beglaubigungsstempels darbieten.

7) Die Höhe der Mutter, d. h. die Dicke des das Muttergewinde bildenden Körpers in der Richtung der Axe des Gewindes, soll mindestens das $1^1/_2$fache vom Durchmesser des Bolzens betragen.

§ 3.

Die Prüfung des Bolzengewindes erfolgt durch mikrometrische Messung oder durch unmittelbare Vergleichung mit den Normalien der Reichsanstalt, diejenige eines Muttergewindes lediglich auf letzterem Wege.

A. Zur Beglaubigung eines Bolzengewindes ist erforderlich, dass

1) sich eine geölte Normalmutter der Reichsanstalt, deren Höhe gleich dem Durchmesser ist, ohne Zwang und ohne Spiel aufschrauben lässt,
2) die Flanken des Gewindeprofiles keine merkliche Abweichung von einer geraden Linie erkennen lassen,
3) die Breite der Abflachung an der Spitze und am Boden des Profiles nicht erheblich von einander verschieden sind,
4) die Steigung im Mittel aus 10 Messungen an verschiedenen Stellen um nicht mehr als 0,002 *mm* im Mehr oder Weniger von ihrem normalen Werthe abweicht,
5) der äussere Durchmesser nicht grösser und höchstens um 0,03 *mm* kleiner ist, als sein normaler Werth,
6) die Gangtiefe nicht kleiner und höchstens um 0,02 *mm* grösser ist als ihr normaler Werth.

B. Für die gleichzeitige Beglaubigung eines Muttergewindes wird erfordert, dass

1) der Durchmesser des zylindrischen Fortsatzes (§ 2 No. 5) nicht grösser und höchstens um 0,03 *mm* kleiner ist als der normale Werth für den Kerndurchmesser des Gewindes,
2) das Muttergewinde sich leicht und ohne Spiel
   a) auf diesen Fortsatz aufschieben,
   b) auf das Gewinde desselben Bolzens,
   c) auf das einer Normalspindel der Reichsanstalt
   aufschrauben lässt.

Beglaubigung von Muttergewinden ohne zugehörigen Bolzen ist nicht zulässig, wohl aber dürfen mehrere Muttergewinde zu einem und demselben Bolzen gehören und umgekehrt.

§ 4.

Die Beglaubigung erfolgt durch Aufprägen eines Stempels auf eine ebene Fläche, welche bei den Spindeln auf dem Stiele durch Anfeilen oder Anfräsen seitens der Reichsanstalt hergestellt wird. Bei den Muttergewinden dienen die ebenen Stirnflächen zur Aufnahme des Stempels.

Der Stempel besteht in

1) einem *M* zur Kennzeichnung der Zugehörigkeit des Gewindes zu dem in § 1 erwähnten Gewindesystem,
2) einer laufenden Nummer,
3) dem Reichsadler,
4) den Buchstaben a, b, c, ... in dem in § 6 Abs. 2 erwähnten Falle.

§ 5.

Ueber die Prüfung jedes beglaubigten Gewindes wird eine Bescheinigung ausgestellt. Dieselbe bekundet, dass der betreffende Musterkörper (Spindel oder Mutter) die im § 3 enthaltenen Bedingungen erfüllt und die dort angegebenen Fehlergrenzen innehält.

§ 6.

Werden ganze Sätze von Musterspindeln in systematischer Abstufung zur Beglaubigung eingereicht, so erhalten alle Spindeln des Satzes gleiche laufende Nummer und eine gemeinschaftliche Prüfungsbescheinigung. Soll in diesem Falle ein etwa beschädigtes oder in Verlust gerathenes Stück durch ein neues mit derselben Nummer ersetzt werden, so ist dem Gesuch um Beglaubigung entweder das schadhafte Stück oder die Prüfungsbescheinigung für den ganzen Satz beizufügen.

Jedes Muttergewinde erhält die Nummer der zugehörigen Spindel; gehören mehrere Muttergewinde zu einer und derselben Spindel, so wird der allen diesen Muttergewinden gemeinschaftlichen Nummer zur Unterscheidung noch ein Buchstabe (a, b . . . .) hinzugefügt. Umgekehrt erhält ein Muttergewinde, welches zu mehreren Spindeln gemeinschaftlich gehört, die laufenden Nummern aller dieser Spindeln, nöthigenfalls in Abkürzung, z. B. 261—6.

§ 7.

An Gebühren werden erhoben:

A. Für Prüfung und Beglaubigung

1) einer einfachen Musterspindel . . . . 2,00 *M.*
2) einer solchen mit Fortsatz für Muttergewinde . . . . 3,00 „
3) eines jeden Muttergewindes . . . . 0,75 „
4) jeder weiteren Spindel mit Fortsatz für dasselbe Muttergewinde 2,50 „

Bei gleichzeitiger Einsendung ganzer Sätze von mindestens 10 Stück erniedrigen sich die Gebühren unter 1 und 2 um je 15%, bei Sätzen von 18 Stück um je 20%.

B. Ergiebt die Prüfung, dass das betr. Stück die Bedingungen des § 3 nicht hinreichend erfüllt und deshalb nicht beglaubigt werden kann, so werden die unter A angegebenen Preise, je um 0,50 *M.* ermässigt, erhoben. Dabei wird eine spezielle Angabe über die Grösse der gefundenen Abweichungen nicht gemacht.

C. Im Falle eine solche Angabe gewünscht wird, oder die Prüfung sich auf Schraubengewinde anderer Art bezieht, welche den Festsetzungen des § 2 nicht entsprechen, werden die Gebühren nach Maassgabe der darauf verwendeten Arbeitszeit berechnet und dabei für jede Stunde ein Satz von 1,50 *M.* in Anrechnung gebracht.

Charlottenburg, den 8. Mai 1893.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
von Helmholtz.

Anlage.

Beschreibung des Normalgewindes für Befestigungsschrauben nach metrischem Maasssystem.

Das den Bestimmungen der Bekanntmachung vom 8. Mai 1893 zu Grunde liegende, auf dem im Dezember 1892 in München zusammengetretenen Kongress angenommene Gewinde ist durch folgende Zahlenwerthe charakterisirt:

a) Gangform: Winkel = 53° 8′; Abflachung: je $^1/_8$ der Ganghöhe innen und aussen.
b) Abmessungen:

Durchmesser mm	Ganghöhe mm	Kernstärke mm	Durchmesser mm	Ganghöhe mm	Kernstärke mm
10	1,4	7,9	3,5	0,6	2,6
9	1,3	7,05	3	0,5	2,25
8	1,2	6,2	2,6	0,45	1,925
7	1,1	5,35	2,3	0,4	1,7
6	1,0	4,5	2	0,4	1,4
5,5	0,9	4,15	1,7	0,35	1,175
5	0,8	3,8	1,4	0,3	0,95
4,5	0,75	3,375	1,2	0,25	0,825
4	0,7	2,95	1	0,25	0,625

Erläuterungen.

Auf dem internationalen Kongress zu München wurde festgesetzt, dass zur Einführung und Aufrechterhaltung des oben beschriebenen Gewindes Normalien dienen sollen, deren Richtigkeit durch die Reichsanstalt beglaubigt wird. Als einzige zunächst in Betracht kommende Form solcher Normalien wurden Musterspindeln gewählt, welche aus gutem Gussstahl hergestellt, das Gewinde vollkommen darstellen, aber nicht als Werkzeuge zur unmittelbaren Weitererzeugung derselben dienen, daher auch nicht gehärtet sein sollen.

Man ging hierbei von der Erwägung aus, dass, da jedes Werkzeug sich beim Gebrauch abnutze und zwar in dem hier vorliegenden Falle sehr rasch und in starkem Maasse, der eigentliche Zweck einer Beglaubigung — zu bekunden, dass der damit versehene Gegenstand bestimmt festgesetzte Fehlergrenzen innehalte und dieselben auch bei richtigem Gebrauche nicht überschreiten werde — ganz verloren gehen würde. Für solche wirkliche Werkzeuge, d. h. gehärtete Schraubenbohrer, sei höchstens eine Prüfung am Platze, welche den augenblicklichen Zustand zahlenmässig feststelle. Die beglaubigten ungehärteten Musterspindeln sollen nunmehr, indem sie als Prototype zur Vergleichung benutzt werden, wobei sie ihre Form nicht wesentlich verändern, auch solche zeitraubenden und darum kostspieligen Prüfungen entbehrlich machen und dadurch dem Fabrikanten ein einfaches und bequemes Hilfsmittel darbieten, für die Praxis hinreichend genaue Erzeugnisse herzustellen. So wird sich z. B. die Richtigkeit eines wirklichen gehärteten Schraubenbohrers daran erkennen lassen, dass ein damit hergestelltes Muttergewinde auf die betreffende Musterspindel sich leicht und doch ohne merkliches Spiel aufschrauben lässt, und die Richtigkeit eines Schneideisens daran, dass die damit geschnittene Schraube in ein Muttergewinde ebensogut passt, wie die betreffende Musterspindel.

Diese Grundsätze sind in dem § 1 und dem Absatz 1 des § 2 zum Ausdruck gelangt.

Die Reichsanstalt hat aber, da sich schon während der Berathungen des Kongresses mehrfach der Wunsch nach Muttergewinden geäussert hatte, von der ihr ertheilten Befugniss, im Bedarfsfalle nach eigenem Ermessen auch noch andere geeignete Formen von Normalien zur Beglaubigung zuzulassen, nach dieser Richtung hin Gebrauch machen zu sollen geglaubt, und die Bestimmungen auch auf solche Muttergewinde ausgedehnt.

Der § 2 enthält demnach noch nähere Zusatzbestimmungen über die Form der zur Beglaubigung eingereichten Musterspindeln bezw. Muttergewinde; dieselben sind aus technischen Erwägungen hervorgegangen, welche zum Theil die Durchführbarkeit der im § 4 enthaltenen Kennzeichnung der Beglaubigung zum Gegenstande, zum anderen Theile aber auch auf den oben erklärten Gebrauch der Normalien Bezug haben. Hierzu gehören namentlich die Absätze 3 und 7, welche die Anzahl der voll ausgebildeten Gänge normiren. Es ist ohne Weiteres klar, dass hier eine untere Grenze anzugeben nothwendig war, wenn anders die Vergleichung zu hinreichend brauchbaren Ergebnissen führen soll. Einer kurzen Erläuterung bedarf noch der Absatz 5, welcher bestimmt, dass jeder Bolzen,

zu dem ein Muttergewinde gehört, dessen Beglaubigung gewünscht wird, einen der Kernstärke des Bolzens entsprechenden Fortsatz besitzen muss. Diese Festsetzung steht in unmittelbarer Beziehung zur Schlussbemerkung und zum Absatz B des § 3, welcher die Bedingungen enthält, unter denen überhaupt eine Beglaubigung zulässig ist. Muttergewinde ohne zugehörigen Bolzen müssen von der Beglaubigung ausgeschlossen bleiben, weil eine etwaige Veränderung ihres inneren Durchmessers, die praktisch immer eine Erweiterung bedeuten wird, das Passen der Mutter auf einen normalen Bolzen nicht beeinträchtigt, ein in die erweiterte Mutter passendes Bolzengewinde aber trotzdem zu grossen Kerndurchmesser haben könnte. Aehnliches wird allerdings bei einer Veränderung des äusseren Durchmessers einer Musterspindel, die praktisch immer eine Verringerung bedeuten wird, eintreten. Während es aber hier verhältnissmässig leicht ist, eine Veränderung durch Nachmessung des Bolzendurchmessers mittels eines hinreichend empfindlichen Messwerkzeuges beliebiger Art zu erkennen, ist ein solcher direkter Nachweis bei den Muttergewinden, der Natur der Sache nach, schwierig und bei denjenigen von geringem Durchmesser überhaupt kaum möglich. Diesem Mangel abzuhelfen ist der zylindrische Fortsatz an dem Bolzen des Muttergewindes bestimmt.

Der § 3 handelt von den engeren Bedingungen und Fehlergrenzen, deren Innehaltung für die Beglaubigung erforderlich ist. Bei der Herstellung von Bohrern und Schneideisen werden zwar Ungenauigkeiten nicht zu vermeiden sein, doch ist anzunehmen, dass dieselben unter sorgfältiger Vergleichung mit den Normalien sich in Grenzen halten werden, welche eng genug sind, um in der Praxis vernachlässigt werden zu können. Grundbedingung hierfür ist aber jedenfalls, dass die Normalien selbst so nahe richtig sind, als sie ohne allzugrosse Schwierigkeiten hergestellt bezw. geprüft werden können. Zahlreiche Messungen an in der eigenen Werkstatt der Reichsanstalt hergestellten Musterspindeln haben die in den obigen Bestimmungen enthaltenen Festsetzungen als zweckmässig und für die Verhinderung einer allmäligen Degeneration des Gewindes auch ausreichend erkennen lassen.

Bezüglich der Festsetzungen über die zulässige Abweichung der Steigung soll die Vorschrift, wonach das Mittel aus zehn Messungen an verschiedenen Stellen der Beurtheilung zu Grunde zu legen ist, dem Umstande Rechnung tragen, dass bei einem sonst hinreichend guten Gewinde durch irgend eine leichte Beschädigung, vielleicht schon bei der Herstellung, an einzelnen Punkten etwas grössere Abweichungen vorhanden sein können, durch welche die Richtigkeit im Ganzen nicht beeinträchtigt wird. Hinsichtlich des inneren und äusseren Durchmessers bezw. der Gangtiefe wurde von der Erwägung ausgegangen, dass Gegenstand der fabrikmässigen Erzeugung stets nur das Bolzengewinde ist. Ein Bolzen ist aber, auch wenn sein Durchmesser etwas zu gering, bezw. seine Gangtiefe etwas zu gross ist, noch in ein normales Muttergewinde einschraubbar und daher seinen Zweck zu erfüllen geeignet, im entgegengesetzten Falle aber nicht. Aus diesem Grunde sind die betreffenden Fehlergrenzen auch bei den Normalien in entsprechendem Sinne einseitig festgesetzt worden. Eine zahlenmässige Angabe über die zulässige Abweichung der Abflachung, sowie des Gangformwinkels liess sich nicht wohl machen, weil das erstere dieser beiden Elemente seiner Natur nach etwas wenig scharf bestimmt ist, das andere bei der Herstellung der Musterspindeln zwar unter Anwendung geeigneter Hilfsmittel mit ziemlich grosser Genauigkeit richtig zu erhalten, aber durch Messung sehr schwer zu kontroliren ist, namentlich bei den kleineren Schrauben. Zum Ersatze hierfür sind die Bedingungen 1 bis 3 unter Absatz A des § 3 gestellt, von denen 3 bei nahe richtiger Gangtiefe eine hinreichende Kontrole für die Abflachung, 1 und 2 zusammen eine solche des Gangformwinkels abgeben.

Für Muttergewinde ist der Unzugänglichkeit ihres Innern wegen eine direkte Prüfung durch Messung von selbst ausgeschlossen, wie dies auch schon bei den Berathungen des Kongresses hervorgehoben wurde. Die Vorschriften unter B desselben Paragraphen werden aber hier eine ausreichende indirekte Kontrole ermöglichen.

Einen besonderen Gegenstand der Berathungen des genannten Kongresses bildeten die mehr nebensächlichen Abmessungen der Bolzenlänge, Kopfdurchmesser u. dergl. an fabrikationsweise hergestellten Schrauben. Es wurde für zweckmässig erachtet, auch hier bestimmte Regeln zu schaffen, um damit einerseits, ähnlich wie im Maschinenbau, dem Konstrukteur einen Anhalt zu geben, andererseits dem Fabrikanten die Möglichkeit zu eröffnen, allgemein gebräuchliche Formen von Schrauben auf Vorrath anzufertigen. Die in dieser Beziehung von verschiedenen Seiten her gemachten Vorschläge wurden der Reichsanstalt als Material überwiesen mit dem Ersuchen, daraus die entsprechenden Normen in Gestalt einfacher Formeln abzuleiten.

Das Ergebniss dieser Arbeit wird im Folgenden mitgetheilt. Bezeichnet d den Durchmesser des Schraubenbolzens in Millimetern, so wird zweckmässig zu wählen sein:

Kopfdurchmesser für zylindrische und halbrunde Köpfe . $D = {}^1/_3\,(5d + 1)$,
mit Abrundung auf das nächste halbe oder ganze Millimeter, solange d grösser ist als 3,
" für versenkte Köpfe . . . . $D_v = 2d$
Kopfhöhe für Schnittschrauben . . . . $h_s = 0{,}6\,D$
" für Lochschrauben . . . . $h_l = 0{,}8\,D$
Versenkte Köpfe erhalten einen Versenkungswinkel von 90° und werden entweder auf der Stirnseite nach einer Kugelfläche vom Radius $2d$ gewölbt oder mit einem zylindrischen Aufsatz von $0{,}4\,d$ Höhe versehen.
Schnittbreite . . . . $b = 0{,}1\,d + 0{,}2$
Schnitttiefe . . . . $t = 0{,}5\,d + 0{,}3$
Lochdurchmesser . . . . $l = 0{,}35d + 0{,}45$
Gewindelänge . . . . $L = 3d + 1$
Halslänge verschieden, mit $0{,}5d$ beginnend, in Abstufungen nach ganzen Vielfachen von d, zusätzlich $0{,}5d$.

Folgende Tabelle enthält die aus obigen Formeln folgenden Werthe in passender Abrundung:

d	D	D_v	h_s	h_l	b	t	l	L
mm	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*	*mm*
10	17,0	20	10,2	13,6	1,2	5,3	4,0	31
9	15,5	18	9,2	12,3	1,1	4,8	3,6	28
8	13,5	16	8,2	11,0	1,0	4,3	3,2	25
7	12,0	14	7,2	9,6	0,9	3,8	2,9	22
6	10,5	12	6,2	8,3	0,8	3,3	2,5	19
5,5	9,5	11	5,7	7,6	0,8	3,0	2,4	17
5	8,5	10	5,2	7,0	0,7	2,8	2,2	16
4,5	8,0	9	4,7	6,3	0,7	2,5	2,0	14
4	7,0	8	4,2	5,6	0,6	2,3	1,8	13
3,5	6,0	7	3,7	5,0	0,6	2,0	1,7	11
3	5,3	6	3,2	4,3	0,5	1,8	1,5	10
2,6	4,7	5,2	2,8	3,8	0,5	1,6	1,4	9
2,3	4,2	4,6	2,5	3,4	0,4	1,4	1,3	8
2	3,7	4,0	2,2	3,0	0,4	1,3	1,1	7
1,7	3,2	3,4	1,9	2,6	0,4	1,1	1,0	6
1,4	2,7	2,8	1,6	2,2	0,3	1,0	0,9	5
1,2	2,3	2,4	1,4	1,9	0,3	0,9	0,9	5
1	2,0	2,0	1,2	1,6	0,3	0,8	0,8	4

Naturforscher-Versammlung in Nürnberg.

Abtheilung (No. 32) für Instrumentenkunde.

Die 65. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte wird in der Zeit vom 11. bis 15. September l. J. in Nürnberg abgehalten werden. Unsere Leser sind hauptsächlich an der Tagung der Abtheilung (No. 32) für Instrumentenkunde interessirt. Die Vorbereitungen für dieselbe haben die Herren Prof. Chr. Dietsch, Obere Pirkheimerstr. 43, als einführender Vorsitzender, und Dr. Joh. Trötsch, Obere Baustrasse 33, als Schriftführer, beide in Nürnberg, übernommen. Anmeldungen zu Vorträgen und Vorführungen werden möglichst bald an diese Herren erbeten.

Es steht zu hoffen, dass der Besuch der Abtheilung seitens der Fachgenossen in diesem Jahre ein recht reger sein wird; die Theilnehmer am diesjährigen, vierten Mechanikertage werden auf der Rückreise wohl sämmtlich in Nürnberg einige Tage verbleiben. Die Tagung der Abtheilung verspricht in diesem Jahre auch eine recht interessante zu werden. Es ist Aussicht vorhanden, dass die im Germanischen Museum in Nürnberg vorhandenen hochinteressanten älteren mathematischen und astronomischen Instrumente von Herrn Prof. Dr. S. Günther vorgeführt werden, welcher dieselben vor einigen Jahren gesichtet, geordnet und beschrieben hat. Auch ist eine Zusammenstellung der in Nürnberg befindlichen Brander'schen Apparate beabsichtigt. Ferner erhofft man die Demonstration des von Fraunhofer benutzten Spektralapparates durch Herrn Rektor Füchtbauer, welcher denselben in Verwahrung hat. Für den Kenner und Liebhaber der Geschichte der Instrumentenkunde bietet sich daher eine Fülle des Interessanten und Wissenswerthen. Endlich ist eine Reihe von Vorträgen bereits angemeldet.

Referate.

Ein Hornhautmikroskop.

Von Dr. S. Czapski in Jena und Dr. F. Schanz, Augenarzt in Dresden.

Aus *„Klin. Monatsblätter für Augenheilkunde, Märzheft 1893"*.

Von den Herren Verfassern mitgetheilt.

Aus dem Bericht über dieses Instrument, den die Verfasser an obiger Stelle erstattet haben, hat das Folgende vielleicht auch für die Leser dieser Zeitschrift Interesse.

Wir suchten ein Instrument zu bauen, mit dem es möglich wäre, ein Mikroskop auf die Hornhaut ohne Schwierigkeit einzustellen und zwar so, dass diese Stelle auch gleichzeitig intensiv seitlich beleuchtet wird.

Fig. 1.

Das Instrument besteht im Wesentlichen aus dem Mikroskop M und einer mit diesem fest verbundenen Beleuchtungsröhre B (Fig. 1). Das Mikroskop M ist als Ganzes mittels Zahn und Trieb (der Triebknopf T ist in der Figur sichtbar) in der Axenrichtung verschiebbar, um hierdurch die scharfe Einstellung auf das anvisirte Objekt zu ermöglichen. An das Rohr M ist ein kreisförmig gebogener Arm a angesetzt, welcher in der Mitte ausgefräst ist.

Gegen diesen ist das Beleuchtungsrohr B durch eine in der Figur nicht sichtbare Klemmschraube von unten festgeklemmt. Die Ausfräsung ermöglicht eine Verschiebung des Beleuchtungsrohres in der Weise, dass dabei sein Konvergenzpunkt C immer derselbe bleibt und zwar stets zusammenfällt mit dem Visirpunkt C des Mikroskopes. So wird also das Sehfeld des Mikroskopes stets seitlich beleuchtet, und es kann diese seitliche Beleuchtung je nach dem Bedürfniss unter verschiedenen Winkeln (zwischen etwa 60° und 20°) verändert werden. Das Beleuchtungsrohr B enthält auf der einen Seite eine Glühlampe G; diese steht im Brennpunkt einer im Inneren des Rohres fest angebrachten Sammellinse. Eine zweite Linse nahe dem anderen Ende des Rohres ist für sich in ein Röhrchen gefasst und lässt sich mittels eines in einem spiraligen Schlitz geführten Knöpfchens k in der Axenrichtung verschieben. Diese Verschiebung hat den Zweck, den Konvergenzpunkt der Strahlen (das Bild des glühenden Fadens) nach Belieben auf den Fixirpunkt des Mikroskopes oder eine mässige Strecke vor, bez. hinter denselben zu verlegen. Im ersten Fall hat man intensive Beleuchtung einer scharf umschriebenen Stelle im Sehfeld, im anderen Falle gleichmässige Beleuchtung des ganzen Sehfeldes durch das Zerstreuungsbild des Kohlenfadens.

Fig. 2.

Von wesentlicher Bedeutung bei der getroffenen Einrichtung ist der Umstand, dass in Folge der festen Verbindung des Beleuchtungssystems mit dem Mikroskop und der Lichtquelle mit ersterem bei jeder Einstellung des Mikroskopes und bei jeder Veränderung der Beleuchtung die anvisirte (der Netzhaut des Beobachters konjugirte) Stelle stets auch in der gewünschten Weise beleuchtet ist.

Um das Instrument sicher handhaben zu können, ist es auf einer Säule S (Fig. 2), die auf einem schweren, runden Fuss steht, befestigt; um es aber in jeder Richtung und in verschiedener Höhe leicht einstellen zu können, ist dasselbe 1. um ein Charnier C, und 2. sammt diesem um einen in der Säule S eingelassenen vertikalen Zapfen drehbar; 3. kann die Höhe des ganzen Instrumentes durch Ausziehen einer mit ihm verbundenen Stange aus der Säule S (und Festklemmen mittels K) innerhalb weiter Grenzen verändert werden.

Um dieses Instrument verwenden zu können, bedarf es noch eines Kopfhalters.

Die Handhabung des ganzen Apparates ist eine einfache. Der zu untersuchende Patient wird in einem Dunkelzimmer an ein schmales Tischchen gesetzt, er legt das Kinn auf den Kinnhalter und lehnt die Backe gegen die Stützleiste. Dem Patienten gegenüber setzt sich der Arzt. Auf dem Brett, welches den Kinnhalter trägt, steht der Apparat. Das Glühlämpchen wird mit der elektrischen Leitung verbunden. Nun stellt man das Mikroskop erst annähernd auf das Auge ein, fasst den Trieb und dreht, bis man beispielsweise die Iris des zu untersuchenden Auges eingestellt hat. Nun sucht man durch Drehungen an dem Trieb und durch Drehungen mit der Hand am Tubus die genauer zu untersuchende Stelle zu finden. Das Licht folgt überall; man braucht sich um die Beleuchtung nicht mehr zu kümmern, und eben darum erscheint uns die Untersuchung in vielen Fällen noch leichter als die mit einer feststehenden Lupe wo man

doch meist gezwungen ist, die Lichtquelle auf die Stelle, die man untersucht, von Neuem einzustellen.

Die mit dem Instrument zu erreichende Vergrösserung kann innerhalb ziemlich beträchtlicher Grenzen verändert werden. Bei den Untersuchungen, die wir vorgenommen haben, beschränkten wir uns auf 10- bis 50fache Vergrösserungen. Es bleibt dabei das Objektiv soweit vom Auge entfernt (40 bis 50 *mm*), dass der Patient dadurch nicht belästigt wird. Jedoch ist damit die Grenze der möglichen Vergrösserung nicht gegeben. Ein Patient, der darauf eingeübt ist, dürfte auch eine grössere Annäherung des Objektivs vertragen; noch weniger Schwierigkeiten dürfte man bei experimentellen Untersuchungen an betäubten Thieren finden.

Ausser diesen Untersuchungen dürfte sich dieses Instrument noch eignen zu einem Messinstrument, beispielsweise um die Tiefe der vorderen Augenkammer zu messen, um die Weite, das Spiel der Pupille zu studiren u. dergl.

Das Instrument ist in der Zeiss'schen Werkstätte in Jena angefertigt.

Ueber einen kontinuirlich wirkenden Gasentwicklungsapparat.

Von A. v. Kalecsinszky. *Zeitschr. f. analyt. Chem.* ***31.*** *S. 544.* *(1892.)*

Im Gefäss *A* befindet sich die feste Substanz, welche in Berührung mit der aus *B* durch *dd'* zufliessenden Säure das aus *e* entweichende Gas entwickelt. Das Niveau der Säure in *B* wird in bekannter Weise durch die Mariotte'sche Vorrichtung *C* konstant gehalten. Wird *e* geschlossen, so wird die Säure durch das sich noch entwickelnde Gas nach *B* zurückgedrückt, und die verbrauchte Säure vereinigt sich nicht wieder mit der ungebrauchten, sondern tritt durch das erweiterte und siebartig durchlochte Ende des Ablaufrohres *g* in dieses ein und kann dadurch abgelassen werden. Vor dem Kipp'schen Apparat hat diese freilich viel weniger bequem zu handhabende Vorrichtung den Vortheil, dass das Niveau in *B* und damit die Höhe der auf das Gas drückenden Flüssigkeitssäule konstant ist, und dass stets frische Säure mit der festen Substanz in *A* in Berührung tritt. *F.*

Ueber einige Laboratoriumsapparate aus Aluminium.

Von G. Bornemann. *Ber. d. d. chem. Ges.* ***25.*** *S. 3637.* *(1892.)*

Für die Verwendung zu Laboratoriumsgeräthen eignet sich das Aluminium besonders hinsichtlich seiner hohen spezifischen Wärme und seiner Widerstandsfähigkeit gegen atmosphärische Einflüsse; auch sein geringes spezifisches Gewicht kann mehrfach Vortheile gewähren. Der erstere Vorzug kommt zur Geltung bei Luftbädern aus Aluminiumblech; solche bewährten sich im Gebrauch recht gut; an der Stelle, an welcher die Flamme das Blech berührte, bildete sich nur ein dünner, weisslicher Anflug. Wasserbäder aus Aluminium kann der Verfasser auf Grund seiner bisherigen Erfahrungen empfehlen, wenngleich auch seine Versuche deutlich ergeben haben, dass das Aluminium durch Wasser nicht unerheblich angegriffen wird. Auf Grund aller bisherigen Erfahrungen über die Haltbarkeit des Aluminiums wird man erwarten dürfen, dass bei geeigneter Benutzung solche Geräthe aus diesem Metall im chemischen Laboratorium sich bewähren werden, welche beim Gebrauch nicht mit wässrigen Flüssigkeiten in Berührung kommen; wie weit auch für andere Zwecke Aluminiumgeräthe Vorzüge besitzen, wird die Erfahrung zu lehren haben. Die Reinigung von Gegenständen aus Aluminium geschieht einfach mit heisser verdünnter Seifenlösung. Die verschiedenartigsten Laboratoriumsgeräthe aus Aluminium sind von der Firma Max Kaehler & Martini in Berlin zu beziehen.

F.

Heber.

Von R. Ebert. *Chem. Ztg.* ***16.*** *S. 1955.*

In dem Hals eines Scheidetrichters ist ein weites Glasrohr gut befestigt. Das obere Ende desselben ist durch einen Kork verschlossen, durch welchen der eine Schenkel des Heberrohres bis fast auf den Grund des Scheidetrichters reicht; seitlich trägt das genannte weitere Glasrohr ein Ansatzrohr zum Saugen. Um den Heber in Thätigkeit zu setzen, schliesst man den Hahn des Scheidetrichters und saugt mittels des Saugrohres so lange, als bis durch das Heberrohr genügend Flüssigkeit in den Scheidetrichter gelaufen ist, dass sie das untere Ende des Heberrohres bedeckt. Nun schliesst man das Saugrohr ab und öffnet den Hahn des Scheidetrichters, wodurch ein fortdauerndes Nachfliessen der Flüssigkeit bewirkt wird. Bringt man auf den Grund des Scheidetrichters eine Schicht von Glaswolle oder von Asbest, so kann die beschriebene Vorrichtung gleichzeitig zum Abhebern und zum Filtriren benutzt werden. *F.*

Neu erschienene Bücher.

Die Akkumulatoren für Elektrizität. Von Edmund Hoppe. Zweite, vermehrte Auflage. Berlin 1892. Julius Springer. IX u. 308 S. M. 7,00.

Die Akkumulatoren haben in den letzten Jahren, Dank den in ihrer Konstruktion gemachten Fortschritten, so mannigfache Verwendung gefunden, dass über die Kreise der eigentlichen Fachleute hinaus das Bedürfniss besteht, sich auf diesem Gebiet zu orientiren. In der That war die Entwicklung dieses Zweiges der Elektrotechnik eine so rasche, dass der speziell von den Akkumulatoren handelnde Theil des obigen Buches, von dem in kurzer Zeit eine zweite Auflage nöthig wurde, einer vollständigen Neubearbeitung unterzogen werden musste.

Mit Recht nimmt die Vorgeschichte der Akkumulatoren einen breiten Raum, das erste Drittel des ganzen Buches ein. In diesem Abschnitt werden die Vorgänge bei der Stromerzeugung in den sogenannten Primärelementen und die verschiedenen zu ihrer Erklärung aufgestellten Theorien historisch behandelt. Namentlich wird auf die sekundären Vorgänge im Element und der Zersetzungszelle, also auf die galvanische Polarisation im weitesten Sinne ausführlich eingegangen. Der zweite Abschnitt, der über die Konstruktion der Akkumulatoren handelt, enthält zunächst eine ausführliche Besprechung der grundlegenden Arbeiten von Planté und der von Faure herrührenden wichtigen Verbesserung in der Herstellung der Platten. Daran schliesst sich eine je nach der technischen Bedeutung mehr oder minder eingehende Schilderung der verschiedenen, meistens in den letzten Jahren vorgeschlagenen Abänderungen und zwar in drei Gruppen: A. Akkumulatoren mit reinen Bleiplatten; B. Akkumulatoren mit Bleiverbindungen als Füllmasse; C. Akkumulatoren mit verschiedenartigen oder indifferenten Elektroden. Es ist wohl kaum ein Vorschlag auf diesem Gebiet, einerlei ob er praktische Bedeutung erlangt hat oder nicht, bei der Besprechung übergangen worden. Wenn dabei diejenigen Konstruktionen, die zur Zeit weitere Verbreitung gefunden haben, nicht so sehr hervortreten, wie es mancher Leser, der sich nur über das Wichtigste zu orientiren sucht, vielleicht wünschen möchte, so ist eine möglichst vollständige Behandlung des Gegenstandes andererseits für den Fachmann von grossem Werth, zumal das Buch sehr zahlreiche Literaturnachweise enthält. Das dritte Kapitel handelt von dem Chemismus der Akkumulatoren, ein Gebiet, auf welchem zwar gerade in der letzten Zeit viel gearbeitet wurde, ohne dass indess eine vollständige Klärung eingetreten wäre, ferner von den elektrischen Untersuchungen der einzelnen Typen; auch hier liegen nur wenig zuverlässige Resultate für die verschiedenen Konstruktionen vor. Das Schlusskapitel ist der Aufstellung,

Wartung und Schaltung der Akkumulatoren gewidmet, sowie ihrer Verwendung in stationären Beleuchtungsanlagen, zur transportablen Beleuchtung, für elektromotorische Zwecke, in der Telegraphie u. s. w. Das durch zahlreiche Abbildungen illustrirte Buch kann bestens empfohlen werden. *Lck.*

Amtlicher Katalog der Ausstellung des deutschen Reiches auf der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago. Berlin, Julius Springer, Kommissionsverlag.

Der oben genannte amtliche Katalog ist jetzt erschienen und giebt den nach Chicago reisenden Interessenten Gelegenheit, sich vorher über die deutsche Ausstellung zu orientiren. Jedem einzelnen Industrie- und Gewerbezweige ist ein von einem Fachmann verfasster einleitender Artikel vorangeschickt. Die Technische Ausstattung des Katalogs ist von der Reichsdruckerei in mustergiltiger Weise ausgeführt worden.

Eine englische Ausgabe des Katalogs ist bereits erschienen, und eine spanische wird in kurzer Zeit nachfolgen.

Der Preis, auch für die englische und spanische Ausgabe, ist M. 3,00; freie Zusendung durch die Post innerhalb Deutschlands und Oesterreichs M. 3,30, nach dem Auslande M. 3,80.

K. Elbs. Die Akkumulatoren. Eine gemeinfassliche Darlegung ihrer Wirkungsweise, Leistung und Behandlung. VIII u. 35 S. mit 3 Fig. Leipzig, J. A. Barth. M. 1,00.

A. Winkelmann. Handbuch der Physik. Herausgegeben unter Mitwirkung von F. Auerbach, F. Braun, S. Czapski, K. Exner u. A. (3 Bände in 20 Lief.) Bd. II. 14. Lieferung. Breslau, E. Trewendt. Jede Lieferung M. 3,60.

Elektrotechnische Bibliographie. Unter Mitwirkung der Elektrotechnischen Gesellschaft zu Leipzig. Herausgegeben von Dr. G. Maas. I. Jahrg. 1. Heft. Leipzig, J. A. Barth. Preis des Jahrgangs, 12 Hefte, M. 5,00. (Jahrgang 1893, 9 Hefte, M. 4,00.

Vereins- und Personennachrichten.

Professor Dr. Stenger †. — Abermals ist die Physikalisch-Technische Reichsanstalt durch den Tod des vor Kurzem erst neuernannten Direktors ihrer zweiten (Technischen) Abtheilung schwer betroffen worden. Die Hoffnungen, welche an das Wirken des verdienstvollen jungen, erst im 34. Lebensjahre stehenden Gelehrten geknüpft wurden, hat leider der unerbittliche Tod vernichtet.

Patentschau.

Uhr mit rotirendem Pendel. Von G. Raab in Berlin. Vom 17. April 1891. No. 65348. Kl. 83

Das Patent betrifft die Anordnung eines kleinen rotirenden Motors zur unmittelbaren oder mittelbaren Drehung derjenigen Axe des Zeigerwerkes, welche die grösste Umlaufszeit besitzt, so dass jeder Gewichts- oder Federantrieb fortfällt. Der Motor kann beispielsweise aus einem kleinen Windrädchen *A* bestehen, welches durch einen mittels irgend einer Wärmequelle (wie z. B. einer kleinen Gasflamme *D* oder durch einen Schornstein, durch verdichtete oder verdünnte Luft oder anderweitig erzeugten Luftstrom bewegt wird, und in dem in der Figur dargestellten Falle unmittelbar das Pendel *P* treibt. Dieses überträgt hier seine Bewegung auf jene Zeigerwerksaxe. An Stelle des Windmotors kann aber auch irgend ein anderer rotirender Motor gewählt werden, z. B. ein durch ausfliessendes Wasser bewegter kleiner Wassermotor, ein durch galvanischen Strom bewegter kleiner elektrischer Motor oder dergleichen.

Vorrichtung zur selbthätigen Abgabe bestimmter Flüssigkeitsmengen. Von M. Meister in Münster. Vom 13. Oktober 1891. No. 65265. Kl. 42.

Dieser Wassermesser lässt nach Oeffnung eines Verschlussventils nur so viel Wasser ab, als ein Zeiger Z vor Oeffnung des Ventils auf dem verstellbaren Zifferblatt v anzeigte. Durch das Zahnrad x hebt man den Kolben K und damit das den Boden der Turbine t bildende Ventil s von seinem Sitze ab. Zugleich wird das Zahnrad w aus der Vertiefung y emporgehoben. Stellt man nun das Zifferblatt an dem feststehenden Zeiger auf die abzugebende Flüssigkeitsmenge ein, so steht das Zahnrad w in Eingriff mit dem Zahnrad l des Zifferblattes v. Schraubt man nun den Kolben K zurück, so strömt das Wasser durch die freie Ventilöffnung nach der Turbine t. Die Umdrehung der Turbine wird durch Zahnräder auf das Zifferblatt übertragen und dauert solange, bis das Zahnrad w wieder in die Vertiefung y fällt, d. h. bis so viel Wasser abgegeben ist, als der Zeiger Z auf dem Zifferblatt v anzeigte.

Rohrabschneider mit verstellbaren Stahlrollen. Von F. Jungmann in Berlin. Vom 8. Dezember 1891. No. 65331. Kl. 49.

Zur Benutzung dieses Werkzeuges für beliebig starke Röhren sind in den Bügel E mehrere Stifte d eingesetzt, die zur Aufnahme versetzbarer Stahlrollen b dienen, welche im Verein mit den gleichen Rollen c am Kopfe A die Führung des Werkzeuges auf dem Werkstück übernehmen.

Entfernungsmesser. Von A. Ungerer jun. in München Vom 8. Dezember 1891. No. 65497. Kl. 42.

Der Entfernungsmesser besteht aus zwei übereinanderstehenden Theilen (Fig. 1), die bei der Messung so aufgestellt werden, dass ihre Spiegel c gegen einander gekehrt sind. Die beiden Instrumente oder deren Stative sind hierbei durch ein Messband oder dergleichen verbunden oder an den Enden einer abgesteckten Grundlinie $A\,L$ aufgesetzt, so dass also die Entfernung der beiden Distanzröhren bekannt ist. Beide Beobachter visiren durch die Diopteröffnungen $i\,g$ nach dem Ziel. Gleichzeitig sieht jeder aber auch im Spiegel durch die seitliche Rohröffnung k die seitlichen Gegenstände. Die Aufgabe jedes Beobachters ist es nun, bei gleichzeitigem Anvisiren des Zieles das Bild eines Stäbchens oder Kettchens, das in der Verlängerung der Spiegelaxe des anderen

Fig. 1. Fig. 2.

Instrumentes hängt, durch Bewegung des Spiegels mittels der Mikrometerschraube e aufzusuchen und dann in Deckung mit dem Mittelloch seines eigenen Spiegels zu bringen. Ist dies geschehen, so erfolgt die Ablesung an der Theilung der Mikrometerschraube jedes Instrumentes. Die Summe oder Differenz der beiden Ablesungen giebt unmittelbar den kleinen gegenüberliegenden Winkel α im Dreieck $A\,B\,L$ (Fig. 2); die den Winkeln α entsprechenden Entfernungszahlen sind auf dem Distanzrohr leicht lesbar eingravirt.

Flüssigkeitsthermometer. Von F. Frh. v. Lupin in München. Vom 18. Februar 1892. No. 66445. Kl. 42.

An mit Alkohol gefüllten Minimumthermometern macht sich häufig der Uebelstand bemerkbar, dass vom Fadenende Flüssigkeit abdunstet und sich am Rohrende kondensirt, so dass die Angaben des Thermometers unrichtig werden. Dies lässt sich vermeiden, wenn man Schwefelsäure von 36 bis 40%, Monohydratgehalt oder Chlorkalziumlösung mit etwa 15% Gehalt zur Füllung benutzt. Diese Flüssigkeiten lassen bei den in Betracht kommenden Temperaturen kein Wasser abdunsten und gefrieren erst unter 80° C. *(Vgl. S. 238 dieses Heftes.)*

Für die Werkstatt.

Amerikanische Trittvorrichtung. *Bayer. Industrie- u. Gewerbeblatt No. 47, S. 542 (1892).* Aus *Zeitschr. f. Drechsler, Elfenbeingraveure und Holzbildhauer.*

Die Mittheilung hat die Anbringung eines doppelt wirkenden Trittes an einem Schleifstein zur Grundlage. Der Tritt stellt eine Wippe dar, welche auf einer Leiste des Untergestelles beweglich angebracht ist, so dass sie mit beiden Füssen umwechselnd bethätigt werden kann. Die Bewegung wird in üblicher Weise auf eine Schleifsteinkurbel übertragen; dieselbe wird also sowohl gezogen als gedrückt, d. h. auf eine Umdrehung kommen zwei Krafteinwirkungen im Gegensatz zu einem bei den gewöhnlichen Einrichtungen, weshalb die Wippe für langsamen Gang empfehlenswerth erscheint. Die Bedeutung der Einrichtung für den Drehbankbetrieb ist in der zitirten Mittheilung überschätzt; für den Mechaniker zumal ist ein Arbeiten im Sitzen und die Benutzung beider Füsse so gut wie gänzlich ausgeschlossen, weil dadurch die Sicherheit der Körperstellung gänzlich verloren geht.

Es möge hier noch eine kurze Betrachtung über die Eigenart der gewöhnlichen „einseitigen" Drehbanktritte angestellt werden, deren Unkenntniss oder Nichtachtung nicht selten absonderliche Hilfseinrichtungen hervorbringt, welche den Zweck haben sollen, den „Schwung" der Bewegungsvorrichtung zu erhöhen. Wie schon angedeutet, findet eine Kraftäusserung auf den Tritt nur beim Niedergange desselben statt, und zwar ist diese Kraft gleich Null, sobald der Krummzapfen der Betriebswelle nach oben oder unten senkrecht steht; sie nimmt zu bis zu einem Maximum, sobald der Krummzapfen in horizontaler Richtung steht. Im umgekehrten Sinne treten diese Wirkungen beim Rückgange ein. Daraus ist klar, dass z. B. eine ununterbrochene Belastung des Trittes, wie sie von einem findigen Mechaniker angebracht wurde, um die Kraftwirkung zu erhöhen, gänzlich wirkungslos sein muss, weil der beim Niedergang des Trittes erlangte Kraftgewinn beim Rückgange wieder verzehrt werden muss. Aus demselben Grunde ist auch die Anbringung eines grossen Hebelarmes am Krummzapfen zu verwerfen, um so mehr, als sie eine grosse Unbequemlichkeit beim Treten darbietet. Vielfach wird das Gewicht des Trittes durch ein am Drehbanksschwungrad angebrachtes Gegengewicht ausgeglichen; obwohl dies nicht gerade falsch ist, wird es unnöthig, sobald man den Durchmesser des Schwungrades gross macht und dem Rade, dessen Schwerpunkt möglichst genau in der Axe der Betriebswelle liegen muss, eine grosse Masse giebt.

Eine unangenehme Erfahrung ist das Hochspringen des Trittes beim Rückgange, sobald die Welle in schnelle Drehung versetzt ist, und der Arbeiter seinen Fuss unvorsichtig vom Tritt herunternimmt. Eine einfache Einrichtung, die Referent in einer hiesigen grossen kunstgewerblichen Anstalt kennen lernte, hilft diesem Uebelstande ab und schont ungemein Krummzapfen und Welle. Dies ist ein runder Eisenstab, der gelenkig am Fussboden unter dem Tritte nicht weit von dessen Bewegungsaxe angebracht ist, durch ein Langloch des Trittes hindurchragt und an seinem oberen Ende eine ebene Platte trägt, gegen die sich eine kräftige Spiralfeder legt, welche auf den Tritt drückt. Hebt sich der Tritt bei schneller Rotation, so drückt sich die Feder um Weniges zusammen, hält aber die Kurbelstange im Krummzapfen fest. Ein Kraftverlust ist hierbei ebenso wenig vorhanden, als bei der oben geschilderten Gewichtsbelastung ein Gewinn. *K. F.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang. **Juli 1893.** Siebentes Heft.

Die Beglaubigung der Hefnerlampe.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt).

Im Jahre 1884 machte Herr von Hefner-Alteneck den Vorschlag zur Einführung eines technischen Lichtmaasses, welches folgendermaassen definirt ist[1]: „Als Lichteinheit dient die Leuchtkraft einer in ruhig stehender, reiner atmosphärischer Luft frei brennenden Flamme, welche aus dem Querschnitt eines massiven, mit Amylacetat gesättigten Dochtes aufsteigt, der ein kreisrundes Dochtröhrchen aus Neusilber von 8 *mm* innerem und 8,3 *mm* äusserem Durchmesser und 25 *mm* freistehender Länge vollkommen ausfüllt, bei einer Flammenhöhe von 40 *mm* vom Rande des Dochtröhrchens aus und wenigstens 10 Minuten nach dem Anzünden gemessen." Dieses Lichtmaass wird als Hefnerlicht[2]) bezeichnet. Die zur Herstellung desselben dienende Lampe — die Hefnerlampe[3]) — fand zunächst in Deutschland schnell Verbreitung und wurde in der Elektrotechnik wie in der Gastechnik bald vielfach an Stelle der sonst üblichen Kerzen benutzt.

Gegenüber anderen gebräuchlichen Lichtmaassen, welche aus in atmosphärischer Luft brennenden Flammen bestehen, hat das Hefnerlicht den grossen Vorzug, dass bei ihm ein wohl definirter Brennstoff zur Verwendung kommt. Ausserdem ist die Lampe in ihren wesentlichen Theilen so einfach definirt, dass sie jederzeit leicht reproduzirbar ist. Daher trat die Reichsanstalt bei dem Bedürfniss nach einem zuverlässigen praktischen Lichtmaass zunächst in eingehende Untersuchungen der Hefnerlampe ein, welche erheblich an Umfang zunahmen, als im Jahre 1890 der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern in Verfolg seiner Bestrebungen, die Hefnerlampe allgemein in der deutschen Gastechnik einzuführen, an die Reichsanstalt den Antrag auf Beglaubigung der Hefnerlampe richtete.

Die Untersuchungen gaben im Ganzen ein für die Hefnerlampe günstiges Resultat. Die Leuchtkraft zeigte sich von der genauen Einhaltung der vorgeschriebenen Dimensionen nicht in dem Maasse abhängig, dass an den Verfertiger allzugrosse Genauigkeitsansprüche gestellt werden mussten. Von wesentlichem Einfluss zeigte sich nur die Wandstärke des Dochtrohres, indem die Leuchtkraft vermindert wird, wenn jene zu gross ist, während durch zu geringe Wandstärke das ruhige Brennen der Flamme beeinträchtigt wird. Ebenso günstig verliefen die

[1]) S. *Elektrotechn. Zeitschr., Januar 1884, S. 21. — Journ. für Gasbeleucht. und Wasservers. 1884, S. 74. 1886, S. 3.*

[2]) Nach dem Vorschlag des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern. *Journal für Gasbeleucht. und Wasservers. 1890, S. 398.*

[3]) Nach dem Vorschlag der Reichsanstalt.

Untersuchungen über den Brennstoff. Auch hier brauchen in Bezug auf chemische Reinheit keine Ansprüche gestellt zu werden, welche der Chemiker nicht leicht erfüllen könnte. Ausserdem liessen sich verhältnissmässig einfache Prüfungsmethoden angeben, durch welche man im Stande ist, nicht sorgfältig hergestelltes oder absichtlich verunreinigtes Amylacetat zu erkennen. Auch ist eine Zersetzung des Brennstoffes während des Aufbewahrens oder während des Brennens nicht zu befürchten.

Minder zufriedenstellend waren die Ergebnisse aus den Versuchen über die Abhängigkeit der Lichtstärke von der Beschaffenheit der umgebenden Luft. Zunächst zeigte sich eine sehr erhebliche Abnahme der Lichtstärke, wenn die Luft durch Kohlensäure verunreinigt wird, worauf schon Herr v. Hefner-Alteneck hingewiesen hatte. Aber auch wenn man Sorge trägt, dass die Lampe stets in gut ventilirten Räumen brennt, zeigen sich Veränderungen in der Lichtstärke, welche eine Abhängigkeit von den meteorologischen Verhältnissen der umgebenden Luft beweisen. Indessen kann diese Abhängigkeit für die nächsten Bedürfnisse der Praxis vernachlässigt werden.

Trotz dieses Mangels und einiger anderen Unzuträglichkeiten[1]), welche sich herausstellten, blieben so viele Vorzüge der Hefnerlampe insbesondere vor der Kerze bestehen, dass es im höchsten Grade wünschenswerth erschien, die allgemeine Einführung der Hefnerlampe und des Hefnerlichtes in jeder Weise zu unterstützen.

Neben den vorgenannten Untersuchungen gingen Berathungen mit Herrn von Hefner-Alteneck, dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern und den betheiligten Fabrikanten, sowie zahlreiche Versuche einher über die Form, in welcher die Hefnerlampe zur Beglaubigung gelangen sollte. Man kam überein, an der ursprünglich gegebenen Definition nichts zu ändern. Jeder zur Beglaubigung gelangenden Lampe sollte ein Flammenmesser zur Bestimmung der richtigen Flammenhöhe und eine Lehre zur Kontrole der Stellung des Flammenmessers zum oberen Dochtrohrrande beigegeben werden. Uebrigens sollten nur Lampen von einer ganz bestimmten, vorgeschriebenen Form zur Beglaubigung zugelassen werden. Bezüglich der Art der beizugebenden Flammenmesser entschied man sich für möglichst einfache, bequeme Formen und wählte neben dem von Herrn von Hefner-Alteneck angegebenen Visir[2]) den sog. optischen Flammenmesser nach Dr. Krüss — letzteren insbesondere auf Veranlassung der Lichtmesskommission des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern trotz der Bedenken, welche sich der Beglaubigung dieses Flammenmessers entgegenstellten.

Das Nähere über die vorgeschriebene Form der Lampe und ihre Beglaubigung findet sich unten; hier mag nur auf einen Punkt noch besonders hingewiesen werden. Soweit die Versuche der Reichsanstalt reichen, hat sich ergeben, dass zwei Lampen, welche in den richtigen Abmessungen ausgeführt sind, wenn sie in der gleichen Luft brennen, abgesehen von Beobachtungsfehlern, keine Abweichungen in der Lichtstärke zeigen. Danach brauchte sich eine Prüfung der Hefnerlampe nur auf eine genaue Kontrole der einzelnen Abmessungen zu erstrecken. Nichtsdestoweniger hält man es für nöthig, sich bei jeder Lampe vor der Beglaubigung von der vorgeschriebenen Lichtwirkung, da diese ja den eigent-

[1]) Z. B. mangelhafte Steifigkeit der Flamme, Auftreten von Zuckungen in der Flamme, Unschärfe der Flammenspitze.

[2]) In einer gegen die ursprüngliche Angabe etwas veränderten Form.

lichen Zweck der Lampe bildet, zu überzeugen und auch das Ergebniss der photometrischen Prüfung in dem Beglaubigungsschein zu vermerken. Auf diese Weise ist man gleichzeitig in der Lage, mit Hilfe der Prüfungen selbst weitere Erfahrungen über die Hefnerlampe zu sammeln. Bei Beglaubigungen von Lampen mit Krüss'schem Flammenmesser lässt sich zudem die photometrische Prüfung schon aus dem Grunde nicht umgehen, weil durch die optische Vorrichtung ein Theil des Flammensaumes bei der Abbildung absorbirt wird.

Bekanntlich besteht die Absicht, die elektrischen Maasseinheiten in Deutschland demnächst gesetzlich festzulegen. In den hierzu von der Reichsanstalt gemachten Vorschlägen[1]) ist davon abgesehen worden, bei dieser Gelegenheit auch eine Grundlage für die Angaben der Leuchtkraft vorzusehen, da es wünschenswerth erscheint, auf diesem Gebiete noch weitere Erfahrungen zu sammeln, und da die Frage des Lichtmaasses noch viel weiter als die der elektrischen Maasseinheiten von einer internationalen Regelung entfernt ist. Aber es ist zu erwarten, dass auch ohne gesetzliche Bestimmung das Hefnerlicht die Kerzenstärke bald völlig in Deutschland verdrängen wird. Die Reichsanstalt macht schon seit Jahren sämmtliche Angaben über Lichtstärken nur in Hefnerlicht.

Da es in der Uebergangszeit häufiger vorkommen wird, dass man Kerzenstärken in Hefnerlicht umrechnen muss, so seien noch einige Angaben über dieses Lichtstärkeverhältniss für die in Deutschland gebräuchlichsten Kerzen gemacht, also für die englische Walratkerze bei einer Flammenhöhe von 45 *mm* und die deutsche Vereins-Paraffinkerze bei einer Flammenhöhe von 50 *mm*.

Wir geben für das letztere Verhältniss den von dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern in Vereinbarung mit der Reichsanstalt angenommenen Werth[2]):

$$\frac{\text{Lichtstärke der deutschen Vereins-Paraffin-Kerze (Flammenhöhe 50 } mm\text{)}}{\text{Hefnerlicht}} = 1{,}2.$$

Für das erstere Verhältniss wird in Ermangelung einer derartigen Festsetzung der Mittelwerth aus einer Reihe anscheinend zuverlässiger Beobachtungen[3]) gegeben:

$$\frac{\text{Lichtstärke der englischen Normalkerze (Flammenhöhe 45 } mm\text{)}}{\text{Hefnerlicht}} = 1{,}14.$$

Wir lassen nun den Wortlaut der Prüfungsbestimmungen nebst der Beschreibung der Hefnerlampe in der Form, wie sie zur Beglaubigung gelangt, folgen. Daran soll sich dann noch der Wortlaut des Beglaubigungsscheines sowie der Gebrauchsanweisung, welche demselben beigegeben wird, schliessen.

---

[1]) Vorschläge zu gesetzlichen Bestimmungen über elektrische Maasseinheiten entworfen durch das Kuratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Berlin 1893.

[2]) S. *Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1893, S. 398.*

[3]) Zu Grunde gelegt wurden folgende Zahlen:

Elster und Bessin 1887	1,15
Dr. Liebenthal (korrigirt) 1888	1,139
Reichsanstalt 1890 (Kerzen vom Berliner Magistrat)	1,133
Lichtmesskommission (lang geritzt)	1,145
„ „ (kurz glatt)	1,148
Reichsanstalt 1893 (Kerzen von der Lichtmesskommission)	1,133
Mittel:	1,141

Prüfungsbestimmungen[1]).

Die zweite (technische) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt übernimmt die Prüfung und Beglaubigung von Hefnerlampen nach Maassgabe der folgenden Bestimmungen, welche auf Grund von Vereinbarungen mit dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern aufgestellt sind.

§ 1.

Die Prüfung hat den Zweck zu ermitteln, ob die Lichtstärke der Lampe, wenn dieselbe mit reinem Amylacetat gebrannt wird, bei der durch die Marke des zugehörigen Flammenmessers angezeigten Flammenhöhe und wenigstens 10 Minuten nach dem Anzünden dem durch die Normale der Reichsanstalt festgestellten Werthe eines „Hefnerlicht" gleichkommt.

§ 2.

Zur Prüfung zugelassen werden nur Hefnerlampen von der in der Anlage angegebenen Einrichtung, sofern ihnen einer der ebenda beschriebenen Flammenmesser und eine Kontrollehre beigegeben, und der Name des Verfertigers sowie eine Geschäftsnummer auf der Lampe verzeichnet ist.

§ 3.

Die Prüfung besteht:

1. in der Kontrole der wichtigsten Abmessungen,
2. in der photometrischen Vergleichung mit den Normalen der Reichsanstalt unter Benutzung der der Lampe beigegebenen Flammenmesser.

§ 4.

Ergiebt die Prüfung, dass

1. die Wandstärke des Dochtrohres um nicht mehr als 0,02 *mm* im Mehr oder 0,01 *mm* im Minder, seine Länge um nicht mehr als 0,5 *mm* im Mehr oder Minder, sein innerer Durchmesser um nicht mehr als 0,1 *mm* im Mehr oder Minder von dem Sollwerth abweicht, ferner bei aufgesetzter Lehre der Abstand von dem oberen Dochtrohrrande bis zur Schneide der Lehre um nicht mehr als 0,1 *mm* von seinem Sollwerth abweicht,
2. die Lichtstärke von ihrem Sollwerth um nicht mehr als 0,02 desselben abweichend gefunden ist,

so findet die Beglaubigung statt.

§ 5.

Die Beglaubigung geschieht, indem auf den folgenden Theilen der Lampe:

1. dem Gefäss,
2. dem die Dochtführung enthaltenden Kopf,
3. dem Dochtrohr,
4. dem Flammenmesser,
5. der Lehre

die gleiche laufende Nummer nebst einem Kennzeichen der Prüfung angebracht wird. Als letzteres dient der Reichsadler. Ausserdem wird über den Befund der Prüfung eine Bescheinigung ausgestellt, welche die Fehler in der Angabe der Lichtstärke abgerundet auf 0,01 ihres Sollwerthes angiebt.

---

[1]) S. *Zentralblatt für das Deutsche Reich 1893, S. 121.*

§ 6.

An Gebühren werden erhoben:

1. für die Prüfung und Beglaubigung einer Hefnerlampe mit einem Flammenmesser . . . . M. 3,00
2. für die Prüfung und Beglaubigung einer Hefnerlampe mit Visir und optischem Flammenmesser . . . . „ 4,50
3. für die Prüfung und Beglaubigung einer Hefnerlampe mit einem Ersatzdochtrohr und einem Flammenmesser . . . . „ 4,50
4. für die Prüfung und Beglaubigung einer Hefnerlampe mit einem Ersatzdochtrohr und beiden Flammenmessern . . . . „ 5,50

Charlottenburg, den 30. März 1893.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

v. Helmholtz.

Beschreibung der Hefnerlampe.

Eine Hefnerlampe mit Visir nach von Hefner-Alteneck ist in Fig. 1 im Längsschnitt, in Fig. 2 von unten gesehen im Grundriss gezeichnet. Fig. 3 giebt einen Grundriss des Visirs, Fig. 4 eine Ansicht und Fig. 5 einen Grundriss des Flammenmessers nach Krüss. Ferner zeigen Fig. 6a, 6b und 6c die beizugebende Kontrollehre. Sämmtliche Figuren sind in natürlicher Grösse ausgeführt.

Die eigentliche Lampe besteht aus dem Gefäss A, dem die Dochtführung enthaltenden Kopf B und dem Dochtröhrchen C.

Das Gefäss A dient zur Aufnahme des Amylacetats; es ist aus Messing oder Rothguss hergestellt und im Innern verzinnt.

Fig. 1.

Der Kopf B trägt in seinem Innern erstens das dochtführende Rohrstück a (Fig. 1), welches an seinem unteren Theile zwei einander gegenüberliegende

rechtwinklige Ausschnitte enthält, und zweitens das Triebwerk. Das letztere besteht aus zwei Axen d und d_1 (Fig. 2), über welche zwei gezahnte, in die genannten rechtwinkligen Ausschnitte eingreifende Walzen w und w_1 (Fig. 1 und 2) geschoben sind. Seitlich von den Walzen und mit diesen fest verbunden sitzen die Zahnräder e und e_1; diese können durch die beiden in sie eingreifenden, auf ein und derselben Axe b sitzenden Schrauben ohne Ende f und f_1 in einander entgegengesetzter Richtung gedreht werden. Die Axe b endet in dem Knopf g, mit dessen Hilfe das Triebwerk durch die Hand in Bewegung gesetzt wird. Um eine Verschiebung der Axe b in ihrer Längsrichtung zu verhindern, dient zunächst die in Fig. 2a besonders gezeichnete Feder l und ausserdem eine auf der Axe b mitten zwischen den Schrauben f und f_1 befindliche ringförmige Verstärkung, welche in einer innen an der Decke des Kopfes B sitzenden Metallgabel m läuft. Das dochtführende Rohrstück a ragt über die obere Platte des Kopfes B um etwa 4 *mm* heraus und trägt an diesem herausragenden Ende aussen ein Gewinde, mit welchem eine das Dochtrohr schützende Hülse D (Fig. 1) aufgeschraubt werden kann. Dicht neben dem Rohrstück a befinden sich in der oberen Platte des Kopfes B zwei einander gegenüberliegende vertikale Oeffnungen von etwa 1 *mm* Durchmesser, welche zur Zuführung der Luft an Stelle des verbrauchten Brennstoffes dienen. Dieselben liegen so, dass sie bei aufgeschraubter Hülse D von letzterer verdeckt werden.

Fig. 2.

Fig. 2a.

Das Dochtrohr ist aus Neusilber ohne Löthnaht hergestellt; seine Länge soll 35 *mm*, sein innerer Durchmesser 8 *mm*, seine Wandstärke 0,15 *mm* betragen. Es wird von oben in das Rohrstück a bis an einen an dem letzteren befindlichen vorstehenden Ansatz eingeschoben. Das herausragende Dochtrohrende soll dann 25 *mm* lang sein. Das Dochtrohr muss sich in seiner Hülse mit leichter Reibung bewegen lassen, so dass es leicht entfernt werden kann, ohne sich jedoch bei der Bewegung des Dochtes mit diesem hochzuschieben.

Fig. 3.

Der Flammenmesser, welcher zur Feststellung der richtigen Flammenhöhe (40 *mm*) dient, ist auf einem abnehmbaren, drehbaren und an jeder Stelle festklemmbaren Ring *h* (Fig. 1, 3, 4 und 5) befestigt, welcher auf die obere Platte des Kopfes *B* aufgesetzt wird. Die Einrichtung der Klemmvorrichtung ist aus Fig. 3a und 3b ersichtlich. Der Träger *i* (Fig. 1 und 4), welcher den Ring mit der eigentlichen Messvorrichtung verbindet, soll so fest sein, dass er ohne mechanische Hilfsmittel nur schwer verbogen werden kann.

Fig. 3a. Fig. 3b. Fig. 3c.

Als Messvorrichtung dient entweder ein Visir nach von Hefner-Alteneck oder eine optische Vorrichtung nach Krüss. Es können einer Lampe beide Flammenmesser beigegeben werden, jedoch dürfen dann nicht beide auf demselben Ring befestigt sein.

Das Visir *K* (Fig. 1 u. 3) besteht aus zwei in einander geschobenen Rohrstücken mit horizontaler, durch die Axe des Dochtröhrchens hindurch gehender Axe. Das innere Rohrstück ist der Länge nach durchschnitten und trägt ein horizontal liegendes blankes Stahlplättchen *q* (Fig. 1 und 3c) von 0,2 *mm* Dicke mit einem rechtwinkligen Ausschnitt. Die untere Ebene des Stahlplättchens soll 40 *mm* über dem oberen Rande des Dochtrohres liegen.

Fig. 4.

Die optische Vorrichtung *r* (Fig. 4 und 5) besteht aus einem etwa 30 *mm* langen Rohrstück, dessen Axe ebenfalls horizontal liegt und durch die Axe des Dochtrohres hindurchgeht. Das Rohrstück ist auf der dem Dochtrohr zugewandten Seite durch ein kleines Objektiv von etwa 15 *mm* Brennweite geschlossen, auf der entgegengesetzten Seite durch eine matte Scheibe, welche von

Fig. 5.

feinem Korn sein und dem Objektiv ihre matte Seite zuwenden soll. Die letztere trägt in ihrer Mitte eine horizontale schwarze Marke von nicht mehr als 0,2 *mm* Dicke. Das durch das Objektiv entworfene Bild der oberen Kante dieser Marke soll genau 40 *mm* über der Mitte des oberen Dochtrohrrandes liegen.

Kein Theil des Flammenmessers darf abschraubbar oder drehbar sein. Soweit dabei Befestigungsschrauben zur Verwendung kommen, sollen ihre Köpfe um die Schnitttiefe abgefeilt sein.

Die Lehre dient zur Kontrole der richtigen Stellung des oberen Randes des Dochtrohres sowie derjenigen des Flammenmessers. Ihre Einrichtung ist aus den Fig. 6a, b und c ersichtlich. Wenn sie über das Dochtrohr geschoben ist, so dass sie auf der Decke des Kopfes *B* fest aufsteht, so soll beim Hindurchblicken durch den in etwa halber Höhe der Lehre befindlichen Schlitz *s* (Fig. 6a und b) zwischen dem oberen Rande des Dochtrohres und der horizontalen Decke des inneren Hohlraumes der Lehre eine feine, weniger als 0,1 *mm* breite Lichtlinie sichtbar sein; ausserdem muss die Schneide oben an der Lehre bei Benutzung des Visirs in der Ebene der unteren Fläche des Stahlplättchens liegen. Bei Benutzung des optischen Flammenmessers muss die Schneide der Lehre in der oberen Kante der Marke des Flammenmessers scharf abgebildet werden. Der Abstand zwischen dem oberen Dochtrohrrande und der Schneide der Lehre muss somit genau 40 *mm* betragen.

Fig. 6a.

Fig. 6b.

Fig. 6c.

Der obere Theil der Lehre hat einen Durchmesser von etwas weniger als 8 *mm*. Er muss sich leicht in das Dochtrohr hineinschieben lassen und dient zur Herausnahme des letzteren, falls dessen Reinigung nöthig ist.

Die Lehre ist aus Messing und zwar aus einem Stück herzustellen.

Sämmtliche Metalltheile der Lampe ausser dem Dochtrohr und dem Stahlplättchen des Visirs sind mattschwarz zu beizen.

Beglaubigungsschein

für die Hefnerlampe Nr. . . . .

Die Lampe trägt die Bezeichnung . . . . .

Ihr sind beigegeben ein Visir nach von Hefner-Alteneck, ein optischer Flammenmesser nach Krüss, ein Reservedochtrohr und eine Kontrollehre.

Die Abweichungen von den vorgeschriebenen Abmessungen verblieben bei d . . Dochtrohr . . und der Kontrollehre innerhalb der für die Beglaubigung vorgeschriebenen Grenzen.

Die Lichtstärke betrug bei der photometrischen Prüfung unter Benutzung des:

	für Dochtrohr *a*	für Dochtrohr *b*	
Visirs nach von Hefner-Alteneck	. . . .	. . . .	Hefnerlicht
Flammenmessers nach Krüss	. . . .	. . . .	„

Da sämmtliche Fehler die für die Beglaubigung zulässigen Grenzen nicht übersteigen, wurde die Lampe mit obiger Prüfungsnummer und dem Reichsadler auf den durch die Beglaubigungsvorschriften bezeichneten Theilen gestempelt.

Diesem Beglaubigungsschein wird eine Beschreibung und Gebrauchsanweisung der Lampe, der Flammenmesser und der Kontrollehre beigegeben.

Charlottenburg, den . . . . 189 . .

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.
Abtheilung II.
(Unterschrift.)

Die Rückseite des Beglaubigungsscheines enthält im Auszug Mittheilungen aus den oben wiedergegebenen Prüfungsbestimmungen, sowie nähere Angaben über die Ausführung der Beglaubigung.

Gebrauchsanweisung.

Der Docht.

Die Beschaffenheit des Dochtes ist im Allgemeinen auf die Lichtstärke nicht von Einfluss. Es ist nur darauf zu achten, dass er das Dochtrohr einerseits völlig ausfüllt, andererseits nicht zu fest in dasselbe eingepresst ist. Man benutzt daher am einfachsten eine genügende Anzahl zusammengelegter dicker Baumwollfäden. Da derartige lose Dochte aber von nicht sorgfältig gearbeiteten Triebwerken bisweilen mangelhaft verschoben werden, ausserdem im Innern des Gefässes leicht Schlingen bilden und sich dann in den Zahnrädern und Walzen des Triebwerkes festsetzen, so sind häufig umsponnene Dochte in Gebrauch genommen worden. Gegen die Benutzung derselben ist nichts einzuwenden, solange sie die oben angegebene Bedingung einhalten, das Dochtrohr voll auszufüllen, ohne darin allzusehr eingepresst zu sein.

Das Amylacetat.

Bei der Beschaffung des Amylacetats für die Hefnerlampe muss mit Vorsicht zu Werke gegangen werden, da das im Handel befindliche Material häufig Beimischungen enthält, welche es für photometrische Zwecke unbrauchbar machen. Es ist daher nothwendig, das Amylacetat aus einer zuverlässigen Handlung zu beziehen und bei dem Ankauf anzugeben, dass es für photometrische Zwecke benutzt werden soll.

Um den Bezug brauchbaren Amylacetats zu erleichtern, hat es der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern übernommen, geeignetes Amylacetat in genügender Menge zu beschaffen, es auf seine Brauchbarkeit zu untersuchen, und durch seine Geschäftsstelle (Hofrath Dr. Bunte in Karlsruhe) in plombirten Flaschen (von 1 *l* Inhalt an) abzugeben.

Will man von dieser Gelegenheit, geprüftes Amylacetat zu beziehen, keinen Gebrauch machen, so ist anzurathen, den anderweitig bezogenen Brennstoff zunächst auf seine Brauchbarkeit zu untersuchen. Am besten bedient man sich dazu der folgenden, grösstentheils von Herrn Dr. Bannow angegebenen Proben. Amylacetat ist danach für Lichtmessungen verwendbar, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Das spezifische Gewicht muss 0,872 bis 0,876 bei 15° betragen.
2. Bei der Destillation (im Glaskolben) müssen zwischen 137° und 143° wenigstens 9/10 der Menge des Amylacetats übergehen.
3. Das Amylacetat darf blaues Lackmuspapier nicht stark roth färben.
4. Wird zu dem Amylacetat ein gleiches Volumen Benzin oder Schwefelkohlenstoff gegeben, so sollen sich beide Stoffe ohne Trübung mischen.
5. Schüttelt man in einem graduirten Zylinder 1 *ccm* Amylacetat mit 10 *ccm* Alkohol von 90% (Tralles) und 10 *ccm* Wasser, so soll eine klare Lösung erfolgen.
6. Ein Tropfen Amylacetat soll auf weissem Filtrirpapier verdunsten, ohne einen bleibenden Fettfleck zu hinterlassen.

Das Amylacetat ist gut verkorkt am besten im Dunkeln aufzubewahren.

Behandlung der Lampe.

Vor der Messung. Nachdem die Lampe mit Amylacetat gefüllt und der Docht eingezogen ist, wartet man, bis der letztere vollständig durchfeuchtet ist. Man überzeugt sich, dass das Triebwerk den Docht gut auf- und niederbewegt, ohne das Dochtrohr mitzuverschieben. Sodann wird der Docht ein wenig aus dem Rohre herausgeschraubt und das den Rand des Dochtrohres überragende Stück mit einer scharfen Scheere möglichst glatt abgeschnitten. Hierauf untersucht man mit Hilfe der beigegebenen Lehre die richtige Stellung des oberen Dochtrohrrandes, sowie des Flammenmessers, wobei die folgenden Bedingungen erfüllt sein müssen:

Wenn man die Lehre über das Dochtrohr geschoben hat, so dass sie auf dem das Triebwerk tragenden Kopf fest aufsteht, und wenn man dann durch den in ungefähr halber Höhe befindlichen Schlitz gegen einen gleichmässig hellen Hintergrund (Himmel, beleuchtetes weisses Papier) hindurch sieht, so soll zwischen dem oberen Rande des Dochtrohres und der Decke des inneren Hohlraumes der Lehre eine feine, weniger als 0,1 *mm* breite Lichtlinie sichtbar sein. Die Schneide der Lehre muss bei Benutzung des Visirs in der Ebene der unteren Fläche des Stahlplättchens liegen; bei Benutzung des optischen Flammenmessers muss die Schneide der Lehre in der oberen Kante der Marke des Flammenmessers scharf abgebildet werden.

Die neben dem Dochtrohr befindlichen Löcher dürfen nicht verstopft sein.

Mit der Messung soll frühestens 10 Minuten nach dem Anzünden begonnen werden. Die Temperatur des Beobachtungsraumes soll zwischen 15° und 20° liegen.

Während der Messung. Die Lampe soll sich während der Messung auf einem horizontalen Tischchen an einem erschütterungsfreien Platze und in reiner zugfreier Luft befinden. Verunreinigung der Luft namentlich durch Kohlensäure (durch Brennen von offenen Flammen, Athmen mehrerer Personen) verringert die Leuchtkraft der Hefnerlampe erheblich. Der Photometerraum muss daher vor jeder Messung sorgfältig gelüftet werden. In sehr kleinen Räumen, z. B. ringsum geschlossenen photometrischen Apparaten, darf die Hefnerlampe nicht benutzt werden. Zugluft beeinträchtigt in hohem Grade das ruhige Brennen der Flamme und macht ein hinreichend genaues Einstellen der richtigen Flammenhöhe unmöglich.

Als Lichtmaass dient die Leuchtkraft der Hefnerlampe in horizontaler

Richtung bei einer Flammenhöhe von 40 *mm* vom oberen Rande des Dochtrohres aus gemessen (Hefnerlicht). Die Flammenhöhe wird mit Hilfe der beigegebenen Flammenmesser eingestellt, und zwar gilt bei Benutzung des Hefner'schen Visirs folgende von Herrn von Hefner-Alteneck gegebene Vorschrift:

Der helle Kern der Lampe soll, wenn man durch die Flamme hindurch nach dem Visir blickt, von unten scheinbar an das Visir anspielen. Das schwach leuchtende Ende der Flammenspitze fällt dann nahezu mit der Dicke des Visirs zusammen; erst bei scharfem Zusehen erscheint noch ein Schimmer von Licht bis ungefähr 0,5 *mm* über dem Visir. Die von der Flamme beschienenen Kanten des Visirs sind stets blank zu halten.

Bei dem Krüss'schen Flammenmesser wird der äussere Saum der Flamme durch die matte Scheibe absorbirt; demgemäss hat man bei Benutzung desselben die Flammenhöhe so zu reguliren, dass die äusserste sichtbare Spitze des Flammenbildes die Marke auf der matten Scheibe berührt. Dabei hat der Beobachter auf die matte Scheibe in möglichst senkrechter Richtung zu blicken.

Die Einstellung der richtigen Flammenhöhe muss mit grosser Sorgfalt ausgeführt werden. Man beachte, dass hier ein Fehler von 1 *mm* eine Abweichung von etwa 3% in der Lichtstärke hervorbringt.

Es ist darauf zu achten, dass die von der Flamme beschienenen Theile der Lampe (ausser dem Dochtrohr), insbesondere der Flammenmesser, gut matt geschwärzt sind. Scheint dies nicht in genügendem Maasse der Fall zu sein, so thut man gut, zwischen der Flamme und dem Photometerschirm nahe der Lampe einen mit Ausschnitt versehenen schwarzen Schirm anzubringen, der die Reflexe abblendet. Man hat indessen dabei Sorge zu tragen, dass nicht gleichzeitig Theile der Flamme abgeblendet werden.

Nach der Messung. Während des Brennens bildet sich am Rande des Dochtrohres ein brauner, dickflüssiger Rückstand. Derselbe ist möglichst oft, jedenfalls stets nach Benutzung der Lampe, solange dieselbe noch heiss ist, durch Abwischen zu entfernen. Soll die Lampe für längere Zeit nicht wieder benutzt werden, so ist das Amylacetat sowie der Docht daraus zu entfernen und die Lampe gründlich zu säubern. Ist es dabei nöthig, das Dochtrohr herauszunehmen, so soll dies unter Zuhilfenahme des oberen Theiles der Lehre geschehen.

Ueber Dispersionsbestimmung nach der Totalreflexionsmethode mittels mikrometrischer Messung.

Von

Dr. **C. Pulfrich** in Jena.

(Mittheilung aus der optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena).

Man hat bisher die verschiedenen auf dem Prinzip der Totalreflexion beruhenden Methoden zu Zwecken der Bestimmung des Zerstreuungsvermögens fester oder flüssiger Körper immer nur in der Weise angewandt, dass man unter Benutzung bestimmter monochromatischer Flammen, eventuell unter Zuhilfenahme eines Spektroskops bei nicht monochromatischem Lichte und durch eine wieder-

holte Ausführung aller derjenigen Operationen, Winkelablesungen am Theilkreise und Rechnungen, welche für die Ermittlung eines einzigen Brechungsindex erforderlich sind, die Brechungsindizes des Körpers für eine Anzahl Spektralfarben einzeln bestimmte. Ein solches Verfahren ist aber nicht allein sehr umständlich und zeitraubend, sondern dasselbe bietet auch in den Fällen, wo es auf eine einigermaassen genaue Bestimmung der Dispersion ankommt, nicht die genügende Sicherheit. Die Dispersion eines Körpers wird in erster Linie durch die Differenz der Brechungsindizes dargestellt. Es muss daher derselbe Fehler der Messung, welcher den Brechungsindex nur um einen geringen Bruchtheil seines Werthes unsicher macht, auf die Ermittlung der Dispersion einen sehr grossen Einfluss ausüben. Wollte man die gleiche relative Genauigkeit, welche für den Brechungsindex mit verhältnissmässig einfachen Hilfsmitteln erzielt wird, auch für das Zerstreuungsvermögen zu erreichen suchen, so würde dieses nur mit äusserster Sorgfalt und unter Anwendung einer sehr viel feineren Kreistheilung, als man zur Bestimmung des Brechungsindex bedarf, möglich sein. Es sind dies dieselben Ueberlegungen, die Herrn Professor Abbe dazu geführt haben, bei dem von ihm konstruirten Spektrometer[1]) die beiden Aufgaben, Bestimmung des Brechungsvermögens und Bestimmung des Zerstreuungsvermögens vollständig von einander zu trennen. Diese Trennung ist in der Weise bewirkt, dass die direkte Bestimmung des Brechungsindex durch Winkelmessung am Theilkreise nur für eine einzige Spektrallinie (*D*-Linie) statt hat, die Bestimmung der Dispersion dagegen unabhängig vom Theilkreise als Differenzmessung durch eine einfache und leicht zu handhabende Mikrometervorrichtung vorgenommen wird. Die Vortheile, welche hierdurch für die Zwecke der Dispersionsbestimmung herbeigeführt sind, sind erstens eine ganz erhebliche Vereinfachung und Abkürzung des Beobachtungsverfahrens, so dass mit grösster Bequemlichkeit das Spektrum mehrere Male ausgemessen werden kann, und zweitens eine unter sonst gleichen Umständen beträchtliche Steigerung der Genauigkeit. Ausserdem ist bei Abbe auch das Rechenverfahren in zweckentsprechender Weise dahin abgeändert, dass man unmittelbar aus den mikrometrisch gemessenen Winkeldifferenzen die Differenzen der Brechungsindizes erhält. Ein solches Verfahren gewährt dann noch den Vortheil, dass man die Berechnung statt mit einer 7stelligen schon mit einer 4stelligen Logarithmentafel vornehmen kann, wenn man die Dispersion bis auf Einheiten der fünften Dezimale von n genau erhalten will.

Ich habe nun versucht, die angegebenen Vorzüge des Abbe'schen Spektrometers, welche dasselbe jedem anderen spektrometrischen Verfahren weit überlegen machen, den verschiedenen totalreflektometrischen Methoden zu dem gleichen Zwecke einer bequemeren und genaueren Dispersionsbestimmung durch Anbringung einer geeigneten Mikrometervorrichtung ebenfalls zu Theil werden zu lassen. Ich habe gefunden, dass der Anwendbarkeit einer solchen Mikrometervorrichtung, welche den Richtungsunterschied der verschieden gefärbten Strahlenbündel der Totalreflexion selbständig zu bestimmen gestattet, nicht nur nicht die geringsten Schwierigkeiten oder Bedenken entgegenstehen, sondern auch, dass dadurch

[1]) E. Abbe, Neue Apparate zur Bestimmung des Brechungs- und Zerstreuungsvermögens fester und flüssiger Körper. Jena 1874. Das Instrument soll demnächst in dieser Zeitschrift näher beschrieben werden. Man vergleiche ferner meinen Aufsatz über den Einfluss der Temperatur auf die Lichtbrechung des Glases, *Wied. Ann.* **45.** *S. 611 (1892)* und den Katalog über optische Messinstrumente der optischen Werkstätte von Carl Zeiss, Jena 1893.

die Totalreflexionsmethode eine Erweiterung bezw. Vervollständigung für den praktischen Gebrauch erfährt, die ihr bisher gefehlt hat und die sie für Dispersionsmessungen jetzt in hohem Grade geeignet erscheinen lässt. Auch für das Studium der Gesetze der Doppelbrechung, für welches bekanntlich die Totalreflexionsmethode als eines der wichtigsten Hilfsmittel der Forschung ihre hauptsächliche Verwendung findet, gewährt das mikrometrische Messverfahren ganz erhebliche Vortheile. Die Bestimmung der Doppelbrechung eines Krystalls, die Ermittlung der Neigung einer Fläche zu einer optischen Symmetrieaxe des Krystalls u. s. w. sind Aufgaben, welche mit Hilfe der mikrometrischen Messung leichter und sicherer gelöst werden können, als durch wiederholte Ablesungen der Einstellungen am Theilkreise bisher möglich war.

Diese Vervollständigung der Methode kommt den sämmtlichen totalreflektometrischen Apparaten zu Gute.[1]) Es sind dies zunächst alle diejenigen Instrumente, welche den Grenzwinkel der Totalreflexion unmittelbar zu bestimmen gestatten: Das Kohlrausch'sche Totalreflektometer[2]) sowie die Modifikation desselben durch Soret[3]), ferner die auf gleicher prinzipieller Grundlage beruhenden Apparate von Wiedemann[4]), Terquem und Trannin[5]) und Ketteler[6]) (Plattenpaar mit Luftschicht, eingetaucht in die zu untersuchende Flüssigkeit) und endlich das Abbe'sche Krystallrefraktometer[7]) mit drehbarer Halbkugel als Grundkörper der Wollaston'schen Methode. Ferner diejenigen Apparate, bei denen der Grenzstrahl der Totalreflexion vor seinem Eintritt in das Beobachtungsrohr eine prismatische Ablenkung erleidet, nämlich der ursprüngliche Wollaston'sche Apparat[8]) mit den Abänderungen von Feussner[9]), das Totalreflektometer von Fuess-Liebisch[10]) (Prisma von 60° brechendem Winkel), das von mir speziell für die Untersuchung von Flüssigkeiten konstruirte sog. Refraktometer für Chemiker[11]) (Prisma von 90°), sowie endlich der ebenfalls von mir für die Untersuchung von Krystallen konstruirte Zylinderapparat.[12])

Die an den Apparaten vorzunehmende konstruktive Aenderung ist bei allen einfacher Natur. Die Differenzmessung verlangt nur die Verbindung des zur Einstellung dienenden beweglichen Theiles des Instrumentes (Theilkreis mit Fern-

---

[1]) Für das Abbe'sche Refraktometer (Doppelprisma mit Flüssigkeitsschicht) ist die Sache insofern belanglos, weil bei diesem Instrument die Bestimmung der Dispersion bereits in selbständiger, von der Messung des Brechungsindex unabhängiger Weise geschieht (Achromatisirung der Grenzlinie der Totalreflexion durch drehbare Amici-Prismen).

[2]) F. Kohlrausch, *Wied. Ann.* **4.** *S. 1. (1878).*

[3]) Ch. Soret, *Compt. Rend.* **95.** *S. 517. (1882).*

[4]) E. Wiedemann, *Pogg. Ann.* **158.** *S. 375. (1876).*

[5]) Terquem und Trannin, *Pogg. Ann.* **157.** *S. 302. (1876).*

[6]) Ketteler, *Wied. Ann.* **33.** *S. 360. (1888).* — Das von Herrn Ketteler bei seinem Apparat zur Bestimmung der Dispersion benutzte mikrometrische Messverfahren (Okularschraubenmikrometer) ist von dem hier gemeinten natürlich ganz verschieden.

[7]) Beschreibung von Czapski, *diese Zeitschr. 1890. S. 246 u. 269.*

[8]) Wollaston, *Phil. Trans. 1802. S. 365. Gilb. Ann. 31. 1874. S. 252 u. S. 398.*

[9]) K. Feussner, Inaug. Diss. Marburg 1882.

[10]) Liebisch, *diese Zeitschr. 1884. S. 185. 1885. S. 13.*

[11]) Pulfrich, *diese Zeitschr. 1888. S. 47.*

[12]) Pulfrich, *Wied. Ann.* **30.** *S. 193 u. S. 487;* **31.** *S. 724 (1887). Diese Zeitschr. 1887. S. 16, 55 u. 392;* des Näheren sei auf meine Schrift: „Das Totalreflektometer und das Refraktometer für Chemiker, ihre Verwendung in der Krystalloptik und zur Untersuchung der Lichtbrechung von Flüssigkeiten", Leipzig 1890, Wilh. Engelmann, verwiesen.

rohr oder Drehungsaxe mit der Objektplatte) mit einer guten Messschraube mit Trommel und Theilung und einer Klemmvorrichtung. Auch für die bereits im Gebrauch befindlichen Instrumente bietet die nachträgliche Anbringung der Vorrichtung keine bemerkenswerthen Schwierigkeiten. Dort wo bereits eine zur Feineinstellung dienende Schraube vorhanden ist, ist nur nöthig, dieselbe durch eine geeignete Messschraube mit Trommel und Theilung zu ersetzen.

Das Beobachtungsverfahren zur Bestimmung des Brechungs- und Zerstreuungsvermögens eines Körpers wird sich daher bei den genannten Apparaten zweckmässig in derselben Weise gestalten wie beim Abbe'schen Spektrometer, derart nämlich, dass die Bestimmung des Brechungsvermögens durch Ablesung am Theilkreis auf eine einzige Farbe (Kochsalzflamme) beschränkt bleibt und die erforderlichen Daten zur Ermittlung der Dispersion aus den Angaben der Messschraube entnommen werden.

Die Berechnung des Brechungsindex geschieht wie bisher unter Benutzung der betreffenden, dem Apparat zu Grunde liegenden Formel. Es fragt sich somit nur noch, wie die mikrometrisch gemessenen Winkeldifferenzen für die Bestimmung der Dispersion rechnerisch am rationellsten zu verwerthen sind. Von vornherein muss natürlich demjenigen Verfahren, welches die Unterschiede der Brechungsindizes unmittelbar anzugeben vermag (wie das bei Abbe der Fall ist), vor einer wiederholten Anwendung der Index-Formel der Vorzug gegeben werden. Es zeigt sich aber bei näherer Betrachtung, dass die betreffende Dispersionsformel für diejenigen Apparate, bei welchen der Grenzwinkel der Totalreflexion nicht unmittelbar zur Beobachtung gelangt (Fuess-Liebisch, Pulfrich), eine so komplizirte Gestalt annimmt, dass von dem praktischen Nutzen, der in der Anwendung solcher Differenzformeln liegt, gar keine Rede mehr sein kann. Es hat keinen Zweck, die bezüglichen Formeln im einzelnen näher zu erörtern. Ich habe gefunden, dass man bei diesen Apparaten ebenso sicher, aber viel bequemer zum Ziele gelangt, wenn man, natürlich unter Benutzung der mikrometrisch gemessenen Winkeldifferenzen, auf die zur Berechnung des Brechungsindex dienende Formel zurückgreift und die Dispersionswerthe dann durch Subtraktion der gefundenen Brechungsindizes ermittelt. Die oben genannten Vortheile des mikrometrischen Messverfahrens werden dadurch natürlich nicht aufgehoben.[1])

Bei denjenigen Apparaten, welche den Grenzwinkel direkt zu messen gestatten, gestaltet sich die Dispersionsformel erheblich einfacher und übersichtlicher. Die betreffende Formel soll im Folgenden mit einigen Worten näher erörtert werden.

---

[1]) Für die Verwendung des Refraktometers für Chemiker zu Dispersionsbestimmungen dürfte es sich insbesondere empfehlen, noch einen Schritt weiter zu gehen und die Brechungsindizes für eine Anzahl Spektralfarben in derselben Weise tabellarisch zusammen zu stellen, wie ich das schon früher für die *D*-Linie gethan habe. Man wäre dann im Stande, den Apparat selbst einem im logarithmischen Rechnen völlig unerfahrenen Beobachter in die Hand zu geben. Dieses hätte natürlich nur dann einen Werth, wenn die Nothwendigkeit vorliegt, eine grössere Anzahl von Substanzen (Flüssigkeiten oder Gläser) in Bezug auf Brechung und Dispersion zu untersuchen, und wenn man sich auf nur wenige Spektrallinien, etwa auf die Natriumlinie (*D*) und die drei Wasserstofflinien (*C*, *F* und *G'*) beschränkt, wie solches bei der optischen Glasuntersuchung üblicherweise geschieht. Ein speziell für den letztgenannten Zweck in der *Optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena* gebautes Refraktometer dieser Art, mit Mikrometervorrichtung und für den gleichzeitigen Gebrauch von Natriumlicht und Wasserstofflicht (ohne Spektroskop) verwendbar gemacht, soll demnächst in dieser Zeitschrift näher beschrieben werden.

Was zunächst die zur Berechnung des Brechungsindex dienende Formel anbetrifft, so lautet dieselbe bekanntermaassen:

(I) . . . . $n_D = N_D \cdot \sin e_D,$

unter N_D den als bekannt vorausgesetzten Brechungsindex des stärker brechenden Mittels, unter e_D den beobachteten Grenzwinkel der Totalreflexion und unter n_D den gesuchten Brechungsindex des Objektes, alle drei Werthe bezogen auf die D-Linie, verstanden.

Des Weiteren sei ε der mikrometrisch gemessene Winkelunterschied (Differenz der Grenzwinkel) zwischen der Einstellung für gelb und derjenigen für eine zweite Spektralfarbe. ε ist natürlich positiv oder negativ zu rechnen, je nachdem der Grenzwinkel für die zweite Farbe grösser oder kleiner ist als derjenige für die D Linie. Für die eine Hälfte des Spektrums, von D aus gerechnet, ist ε also positiv, für die andere negativ. Ob in jedem einzelnen Falle für die rothe oder für die blaue Seite des Spektrums das positive Vorzeichen zutrifft, richtet sich ganz nach der Dispersion des betreffenden Objektes (vergl. weiter unten). Der direkte Anblick der Grenzkurven entscheidet über die Wahl des Vorzeichens ohne Weiteres.

Für den der zweiten Spektralfarbe zugehörigen Index (n) des Objektes gilt somit die Beziehung:

$$n = N \sin (e_D + \varepsilon),$$

in welchem Ausdruck N wieder den bekannten Index des stärker brechenden Mittels für die betreffende Spektralfarbe bezeichnet.

Die gesuchte Dispersionsformel erhält man nun sofort aus den beiden vorstehenden Gleichungen durch Subtraktion zu:

$$n - n_D = (N - N_D) \sin (e_D + \varepsilon) + N_D [\sin (e_D + \varepsilon) - \sin \varepsilon].$$

Für das letzte Glied dieser Formel kann man setzen:

$$2 N_D \cdot \cos (e_D + \varepsilon/2) \cdot \sin \varepsilon/2,$$

und ausserdem lässt sich hierin mit Rücksicht auf die in Betracht kommenden kleinen Werthe von ε die Grösse $2 \sin \varepsilon/2$ durch $\sin \varepsilon$ ersetzen, so dass nunmehr die Dispersionsformel die folgende, für den praktischen Gebrauch bequemere Gestalt annimmt:

(II) . . . . . $n - n_D = (N - N_D) \cdot \sin (e_D + \varepsilon) + N_D \cdot \cos (e + \varepsilon/2) \cdot \sin \varepsilon.$

Die Anwendbarkeit dieser Formel ist, wie man sofort sieht, an die Voraussetzung geknüpft, dass die Differenz $N - N_D$, die Dispersion des stärker brechenden Mittels, für alle diejenigen Spektralbezirke, für welche die Dispersion des betreffenden Körpers bestimmt werden soll, mit ausreichender Genauigkeit bekannt sei. Diese Voraussetzung liegt ganz im Sinne der Methode und es ist ganz natürlich, dass das Rechenverfahren auch in dieser Hinsicht einen Unterschied gegen früher macht.

Die Werthe $N - N_D$ lassen sich mit jedem der in Frage stehenden Instrumente direkt ermitteln, indem man nämlich die Totalreflexion an **Luft** beobachtet. Das Beobachtungsverfahren ist dasselbe wie vorher, zur Berechnung von $N - N_D$ dient die Gleichung (II), nachdem man darin $n - n_D =$ Null gesetzt hat. Des-

gleichen dient die Gleichung (I), in welcher jetzt $n_D = 1$ zu setzen ist, zur Berechnung von N_D. Bei den Wiedemann-Trannin-Ketteler'schen Flüssigkeitsrefraktometern entspricht dieses Verfahren vollkommen dem Zwecke, für welchen diese Art Instrumente bestimmt sind. Aber auch in den Fällen, wo die Werthe $N - N_D$ als Grundlage für weitere Messungen dienen sollen (Kohlrausch-Soret-Abbe), gewährt die Benutzung der Mikrometerschraube die Möglichkeit, diesen Werthen diejenige Genauigkeit zu geben, die man zur Ermittlung von $n - n_D$ bedarf. Es ist daher nicht nothwendig, die Bestimmung der Dispersionswerthe $N - N_D$ auf spektrometrischem Wege vorzunehmen.

Bei der Ausrechnung der Werthe $n - n_D$ nach Formel (II) ist das Vorzeichen der beiden Glieder rechts zu berücksichtigen. Dasjenige des ersten Gliedes richtet sich danach, ob $N >$ oder $< N_D$ ist. Für das Vorzeichen des zweiten Gliedes ist das Vorzeichen von ε maassgebend. Ob ε positiv oder negativ ist, hängt von der Dispersion des betreffenden Objektes ab. So lange dieselbe einen bestimmten weiter unten näher bezeichneten Betrag nicht überschreitet, was nur in wenigen Ausnahmefällen (bei stark dispergirenden Flüssigkeiten) vorkommt, ist der Grenzwinkel für roth immer grösser als derjenige für blau. Der Winkel ε ist alsdann nach roth immer positiv, nach blau negativ zu rechnen, d. h. für beide Spektralhälften ist das Vorzeichen des zweiten Gliedes demjenigen des ersten entgegengesetzt. Man erhält somit den absoluten Betrag von $n - n_D$ einfach durch Subtraktion der absoluten Werthe der beiden Glieder.

Mit der Zunahme der Dispersion des Objektes nimmt unter sonst gleichen Umständen die Breite des Farbenstreifens der Totalreflexion mehr und mehr ab. Die Winkel ε werden kleiner und verschwinden schliesslich — das zweite Glied der Formel wird Null —, wenn die Dispersion des Objektes und die Dispersion des stärker brechenden Mittels in dem Verhältniss

$$n - n_D = (N - N_D) \cdot \sin e$$

zu einander stehen. Der Grenzwinkel ist dann für alle Farben gleich und die Grenzlinie erscheint farblos[1]).

Für Objekte endlich, deren Dispersionsgrösse den vorgenannten Werth überschreitet, zeigt der Farbenstreifen die umgekehrte Reihenfolge der Farben, der Grenzwinkel für roth ist kleiner als derjenige für blau. Die beiden Glieder der Dispersionsformel haben alsdann übereinstimmendes Vorzeichen. Man erhält somit den absoluten Betrag von $n - n_D$ einfach durch Addition der absoluten Werthe der beiden Glieder.

Statt daher in jedem einzelnen vorkommenden Falle zu überlegen, mit welchem Vorzeichen jedes der beiden Glieder zu versehen sei, hat der Beobachter sein Augenmerk nur auf die Reihenfolge der Farben zu richten. Diese entscheidet in der angegebenen Weise sofort darüber, ob die absoluten Werthe von einander subtrahirt oder addirt werden müssen.

[1]) Für das 90gradige Prisma gestaltet sich die Bedingung der Achromasie der Grenzlinie wesentlich anders. In Folge der an der Austrittsfläche des Prismas neu hinzutretenden Farbenzerstreuung muss die Dispersion des Objektes erheblich grösser sein als in dem oben genannten Falle, wenn die Grenzlinie farblos erscheinen soll. Letzteres findet statt für:

$$n - n_D = (N - N_D)\, 1/\sin e,$$

unter e den Grenzwinkel für die Mittelwerthe von n und n_D bezw. N und N_D verstanden. Es ist klar, dass die Zahl der Ausnahmefälle, in welchen die Umkehrung der Farben stattfindet, hier ganz erheblich vermindert ist.

Vorstehend ist der Hauptsache nach alles, was sich auf die Dispersionsbestimmung nach der Totalreflexionsmethode mittels mikrometischer Messung bezieht, gesagt. Auf einige andere Punkte werde ich mir erlauben, bei späterer Gelegenheit näher zurückzukommen.

Jena, 15. Mai 1893.

Ein neues Universalstativ für astronomische Fernrohre.

Konstruirt von Ingenieur **Karl Fritsch** in Wien.

(Aus der optischen und mechanischen Präzisionswerkstätte von Karl Fritsch vorm. Prokesch, Wien VI.)

In meiner optischen und mechanischen Präzisionswerkstätte wurde nach meinem Plane in jüngster Zeit für einen 4zölligen, auch aus meinem Institute stammenden Tubus, ein Universalstativ gebaut, dessen kurze Beschreibung ich mir im Nachfolgenden zu geben erlaube. Ueber die Verwendbarkeit des Instrumentes wird vielleicht der Eigenthümer selbst, auf dessen Wunsch ich manche Anordnungen so treffen musste, wie sie sind, seinerzeit die Güte haben, sich in einem astronomischen Fachblatte zu äussern. Aus diesem Grunde überlasse ich es auch, irgend welche Bemerkungen über die Vortheile meiner Konstruktion gegenüber anderen Konstruktionen, mit denen der gleiche Zweck erreicht werden sollte, zu machen, und beschränke mich, wie gesagt, bloss auf die einfache Beschreibung.

Fig. 1.

Fig. 1 stellt den Querschnitt des Universalstatives dar, dessen Name daher rührt, weil dasselbe durch sehr einfache Handgriffe verschiedenen Zwecken, hauptsächlich parallaktischen Beobachtungen und Zeitbestimmungen, dienstbar gemacht werden kann.

Im gegebenen Falle ist das Instrument auf einem gut verspreizten Holzstativ aufgebaut, dessen Säule *M* die mit dem Zapfen *D* verbundenen beiden Ständerarme

St trägt. Der Zapfen *D* läuft seitlich in den Lappen *L* aus, an welchem die, die Stundenaxe *B* umschliessende Hülse H_1 mit dem Lappen L_1 scharnierförmig durch den Bolzen *o* verbunden ist. Es lässt sich demnach die Stundenaxe *B* um *o* so drehen, dass sie mit dem Horizonte alle Winkel bis zu 90° einschliessen kann; die Ständer *St* sind durch die beiden Platten *a* und a_1 verbunden, von welchen *a* mit der durchbohrten Schraube *s* den Anschlag für die Stundenaxe sammt Hülse in der Polhöhenlage, a_1 denselben für die Axe in der Theodolitstellung abgiebt. Die Platte *a* wird nach dem jeweiligen Betrage der Polhöhe zwischen den Ständern befestigt, also für äquatoriale Gegenden mehr gegen *D*, für polare mehr gegen a_1 hin.

Fig. 2.

Denkt man sich vorerst die Stundenaxe ganz frei, d. h. so, dass sie um *o* gedreht werden kann, so braucht man nur, um eine Verbindung mit *a* herbeizuführen, den an der Hülse H_1 mittels eines Scharnieres fest verbundenen und mit einem Gewinde versehenen Bolzen durch *s* zu stecken und die Gegenmutter *m* aufzuschrauben. Damit man besser zu dieser kommen kann, sind die beiden Ständer durchbrochen. Auf einem derselben ist ein Gradbogen, der natürlich seinen Mittelpunkt in *o* hat, aufgeschraubt, auf welchem man mittels des an der Hülse H_1 angebrachten Nonius n_4 die jeweilige Polhöhe einstellen bezw. ablesen kann. Derselbe dient aber auch hauptsächlich dazu, um nach einer einmal vorgenommenen genauen Rektifikation des Instrumentes in beiden angedeuteten Lagen, leichter

und schneller unter Kontrole der Theilung die Axe aus der senkrechten Stellung in die äquatoriale oder umgekehrt überführen zu können. Will man die Axe in die senkrechte Stellung bringen, so wird die Mutter *m* abgeschraubt und die Axe um *o* in der Richtung *y* so lange gedreht, bis der mit H_1 verbundene geschlitzte Lappen *g* sich auf eine der Schraube *s* ähnliche d_1 legt, die auch behufs Rektifikation höher und niedriger geschraubt werden kann. Knopf m_1 wird dann fest angezogen. Fig. 2 stellt das Instrument in der zuerst beschriebenen Lage, also als Aequatoreal dar, Fig. 3 in der zuletzt beschriebenen, als Theodolit, Meridianinstrument.

Die Deklinationsaxe wurde auf Wunsch des Bestellers durchbohrt, so dass eine an einem Ende derselben angebrachte Lampe ihr Licht durch zwei Prismen p_1 einerseits zum Kreise K_2 und anderseits bis zum Okular zur Beleuchtung des Fadenkreuzes werfen kann. Eine lange Lupe gestattet vom Okular aus den beleuchteten Kreis K_2 mittels des Nonius n_1 abzulesen. Genauere Ablesungen in Deklination oder Höhe können am Kreise *K* mittels der bis auf 1 Bogenminute ablesbaren Nonien *n* gemacht werden.

Fig. 3.

Herr R. Gebhard in Vohwinkel, für den ich ebenfalls einen 4 zölligen parallaktisch montirten Tubus herstellte, hat mir eine englische, im Folgenden beschriebene Einrichtung für seinen Stundenkreis angegeben, die ich auch bei diesem Instrumente zur Anwendung brachte, weil sie die Einstellung in Rektaszension sehr vereinfacht. Auf dem freien Ende der Stundenaxe *B* sitzt der Stundenkreis K_1 lose, aber mit genügender Reibung, um mitgenommen zu werden. Der Nonius n_2 sitzt auf der

Hülse H_1 fest. Der Nonius n_2 ist fest verschraubt mit der Stundenaxe, wird also von dieser mitgenommen. Im Innern des Stundenkreises ist konzentrisch am Rande ein Zahnrad angebracht, in welches ein kleines Rädchen eingreift, das sein Lager im Nonienträger n_2 hat und mittels des Triebkopfes T gedreht werden kann

Die Anwendung des beschriebenen Mechanismus besteht nun darin, dass die Rektaszension des Sternes durch Drehen des Kreises K_1 am beweglichen Nonius n_2 eingestellt, dann durch Drehen des ganzen Instrumentes (der Kreis K_1 geht auf der Axe mit und kann noch insbesondere durch die Klemmschraube t mit n_2 fest verbunden werden) die augenblickliche Sternzeit am festen Nonius n_3 vom Nullpunkt des Kreises K_1 aus eingestellt wird. Da die Gleichung besteht: Stundenwinkel + Rektaszension = Sternzeit, so hat man durch die angedeutete Manipulation gleichsam das ganze Instrument nur um den Stundenwinkel aus der Meridianlage gedreht und der Stern befindet sich im Gesichtsfeld, wenn vorher auch die Deklination des Sternes auf dem Kreise K oder K_2 richtig eingestellt wurde. Der Kreis K_1 trägt natürlich am oberen und unteren Rande zwei korrespondirende Theilungen, die in der Richtung von West nach Ost von 0 bis XXIII bezw. von 0 bis 345° beziffert sind. Für den Gebrauch des Instrumentes in der Theodolitstellung wird K_1 mit n_2 durch t, wie früher angedeutet, fest verbunden, nachdem der Nullpunkt von K_1 mittels Trieb T in den Meridian gebracht wurde.

Bei dem beschriebenen Instrumente sind zur Bequemlichkeit des Beobachters am beweglichen Nonienträger n_2 vier diametrale Nonien, und am fixen Nonienträger n_3 drei Nonien angebracht, die noch 4 Zeitsekunden bezw. 1 Bogenminute ablesen lassen.

In den Ringen F und F_1 lagert das 4zöllige Fernrohr, dessen optische Axe durch die am Ringe F angebrachten Schrauben (für Zug und Druck gleichzeitig eingerichtet) zur Deklinationsaxe senkrecht gestellt werden kann. Von einer besonderen Vorrichtung zur Senkrechtstellung der Deklinationsaxe zur Stundenaxe wurde bei diesem Instrumente Abstand genommen; dagegen wurde dieselbe auf mechanischem Wege möglichst genau zu erreichen gesucht.

Ebenso wurde die Hülse H an den Endstellen, übereinstimmend mit der Axe, genau zylindrisch zum Aufsetzen einer Libelle abgedreht.

Die Fortbewegung des Instrumentes in Rektaszension wird auf die übliche Weise nach vorheriger Klemmung des Ringes f durch die Schraubenspindel W_1 mittels eines Schlüssels bewirkt, und die genaue Einstellung in Deklination mittels Schlüssels vom Okular aus durch Drehung von W vorgenommen.

Die Schraube c durch den Arm x mit der Hülse H_1 in Verbindung gehört zur Entlastung der Axe B, ebenso das Gewicht G zur Equilibrirung des Fernrohres. Dem letzteren sind 5 astronomische Okulare von 37 bis 280facher Vergrösserung, 1 terrestrisches Okular und 1 helioskopisches Okular in Aluminium montirt für Sonnenbeobachtungen beigegeben.

Referate.

Eine neue Art magnetischer und elektrischer Messinstrumente.

Von G. Quincke. *Wied. Ann.* ***48.*** *S. 25. (1893.)*

Der Verfasser beschreibt in der obigen Mittheilung ein Spiegelinstrument, das als Magnetometer, Tangentenbussole und Multiplikator Verwendung finden kann, und eine grosse Tangentenbussole mit Kreistheilung. Beide Apparate zeichnen sich durch ihren niedrigen Preis aus, namentlich aber der erste, der nur den zehnten Theil der sonst für ähnliche Zwecke gebräuchlichen kostet. Wegen der Einzelheiten in der Ausführung der beiden Instrumente wird auf die obige Abhandlung verwiesen. (Vgl. auch *Bericht über die Verhandlungen des Intern. Elektrotechniker-Kongresses zu Frankfurt a. M. 1891. Zweite Hälfte. S. 41.*)

Hier möge nur eine bei der grossen Tangentenbussole angebrachte Vorrichtung Erwähnung finden, welche bezweckt, Winkel von 45° mit Spiegel und Skale genau abzulesen; bekanntlich ist ja bei diesem Ausschlag die relative Empfindlichkeit des Instruments am grössten. Zwischen zwei horizontalen Hartgummiplatten sind drei Planspiegel in Form eines rechtwinkligen, gleichschenkligen Prismas zusammengekittet. Der Hypotenusenspiegel dient in der gewöhnlichen Weise zur Messung kleiner Ablenknngen. Will man Ausschläge von nahezu 45° beobachten, so visirt man nach der Kante der beiden Kathetenspiegel in senkrechter Richtung zur Hypotenusenfläche. Beträgt der Winkel, den die letzteren mit einander bilden, genau 90°, und ist die durch den zu messenden Strom erzeugte Ablenkung genau 45°, so wird ein in der Mitte der Skale gelegener Theilstrich im Fernrohr erscheinen; kommutirt man nun den Strom, so wird unter den obigen Voraussetzungen von dem anderen Kathetenspiegel derselbe Skalentheil ins Fernrohr reflektirt werden. Ist die Ablenkung nicht genau 45°, so beobachtet man verschiedene Einstellungen an der Skale, die leicht auszuwerthen sind. Ebenso lässt sich der Winkel der beiden Kathetenspiegel nach bekannten Methoden messen und in Rechnung ziehen, falls er von 90° beträchtlich abweicht. *Lck.*

Apparat zur Erläuterung der Wheatstone'schen Brücke.

Von K. Noack. *Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr.* ***6.*** *S. 65. (1892.)*

Noack hat bereits früher in der *Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr.* ***4.*** *S. 89* eine Vorrichtung beschrieben, die gestattet, in sehr übersichtlicher Weise die Wheatstone'sche Brücke im Unterricht zu behandeln. Die neue Vorrichtung steht zwar in didaktischer Hinsicht hinter jener älteren zurück, hat aber den Vorzug, dass sie bequemer zu handhaben ist und eine vielseitigere Verwendung zulässt.

In der Mitte eines quadratischen Brettes sitzt ein eiserner Zapfen, um den sich mit einiger Reibung ein kreisrundes Brett von 33 *cm* Durchmesser drehen lässt. Auf dem Umfang ist eine von 0 bis 1000 reichende Millimetertheilung aufgeklebt. Darauf liegt der Messdraht. Ueber seine Enden sind an der Stelle, die nicht von der Theilung bedeckt wird, zwei Stück 3 *mm* starken Kupferblechs so aufgeschraubt, dass sie genau 1000 *mm* Messdraht begrenzen und zwischen sich eine Lücke von einigen Millimetern freilassen. In jedes dieser beiden Kupferscheibchen ist eine Drahtklemme mit zwei Bohrungen eingeschraubt. In der Figur ist nur eine Klemmschraube auf der linken Seite zu sehen. In einer Ecke des Grundbretts befindet sich eine Klemmschraube mit federndem Messingstreifen, der eine Platinschneide gegen den Draht drückt. Ein Riegel gestattet den Kontakt aufzuheben. Durch Drehung der Scheibe kann die Schneide auf jeden Punkt des Drahtes eingestellt werden Ueber der Scheibe befinden sich zwei Messing-

arme, die um die Verlängerung des Zapfens als Axe drehbar sind; beide tragen am Ende durch Hartgummi isolirte Klemmschrauben mit federndem Messingbügel, die je eine Platinschneide gegen den Messdraht drücken; auch hier kann der Kontakt durch kleine Riegel aufgehoben werden. A. a. O. wird ausführlich auseinandergesetzt, in wie mannigfacher Weise diese einfache Vorrichtung im Unterrichte ausgenutzt werden kann. *H. H.-M.*

Beschreibung eines Apparates zur Bestimmung des Exzentrizitätsfehlers der Sextanten.
Von Admiralitätsrath C. Koldewey. *Annalen der Hydrographie. 1892. August-Heft, S. 261.*

Dieser Apparat, welcher in neuester Zeit für Untersuchung des Exzentrizitätsfehlers der Sextanten auf der Deutschen Seewarte in Benutzung ist, gewährt einen grossen Vortheil gegenüber dem bisher an genanntem Institute befolgten Verfahren. Dasselbe bestand darin, dass von einem der Thürme der Seewarte aus die Winkel zwischen 7 entfernten Objekten in verschiedenen (13) Kombinationen gemessen wurden und zwar zwischen 8° und 120°. Aus den anderweitig bekannten Werthen dieser Winkel in Verbindung mit den beobachteten konnte durch Ausgleichung der Exzentrizitätsfehler leicht gefunden werden.[1]) — Neuerdings wurden aber die Sichtbarkeitsverhältnisse dieser Miren immer schlechter, so dass auf einem anderen Weg die Bestimmung des Exzentrizitätsfehlers erlangt werden musste.

Es kommen dabei wesentlich zwei Methoden in Betracht, nämlich die, an Stelle der entfernten Objekte (Kirchthurmspitzen oder dgl.) nahe gelegene zu setzen, welche

[1]) Vgl. „*Aus d. Archiv d. Seewarte: H. Eylert „D. Sextant“ 1881 No. 4.*“

dieselben Eigenschaften wie entfernte haben, oder die Anwendung einer bekannten Theilung zum Vergleich mit der des Sextanten. Der erstere Weg, welcher auf die Verwendung mehrerer Kollimatoren führt, verlangt eine grosse Stabilität der gesammten Einrichtungen, da die geringsten linearen Verschiebungen von Kollimator oder Instrument bedeutende Aenderungen der Winkel nach sich ziehen. Diese Einrichtung ist also nur bei besonders günstigen Umständen anwendbar. Der zweite Weg ist der einfachere und leichter ausführbare und hat sich auch schon in der Praxis bewährt; so werden z. B. in Washington die Reflexionsinstrumente der Marine auf diese Weise geprüft, während am Observatorium zu Kew der erstere Weg eingeschlagen wird. Einen besonders zweckmässigen Apparat zur Ausführung der Prüfungen der Spiegelinstrumente durch Vergleich mit einer schon vorhandenen Theilung hat nun neuerdings die Deutsche Seewarte nach Angaben des Herrn Admiralitätsrath C. Koldewey von dem Hamburger Mechaniker G. Hechelmann, welcher gerade auf dem Gebiete der nautischen Instrumente Vorzügliches leistet, konstruiren lassen. Es soll in den folgenden Zeilen dieser Apparat an der Hand der von Herrn Admiralitätsrath Koldewey in den *Annalen für Hydrographie* gegebenen Beschreibung erläutert werden.

Der Haupttheil des Instrumentes ist von der Form eines grösseren Theodoliten mit mikroskopischer Ablesung des von 5′ zu 5′ getheilten 42 *cm* im Durchmesser haltenden Kreises. Anstatt des Oberbaues des Theodoliten trägt in diesem Falle die Vertikalaxe dicht über der Alhidadeneinrichtung eine grosse, starke horizontale Platte P, welche zur Aufnahme des Sextanten bestimmt ist und zu diesem Zwecke besondere Einrichtungen aufweist. Zunächst ist dieselbe exzentrisch zur Axe, damit die Drehungsaxe der Sextantenalhidade, welche sich unter der Mitte des grossen Spiegels befindet, nahezu senkrecht über das Zentrum des Theodoliten gestellt werden kann. Zur Herstellung des Gleichgewichtes ist diese Platte durch ein Gegengewicht G equilibrirt; dasselbe ist auf der Stange C verschiebbar, damit die Ausgleichung sowohl ohne, als auch mit aufgelegtem Sextanten erfolgen kann; diese beiden Stellungen des Gewichtes sind durch Marken auf C kenntlich gemacht. An die Platte P ist fernerhin ein justirbarer Fernrohrträger A angeschraubt, da es sich empfiehlt, zur Prüfung der Instrumente ein besseres Fernrohr zu verwenden, als es denselben gewöhnlich beigegeben zu sein pflegt.

Der Sextant wird dann vor Beginn der Prüfung derart auf der Platte P befestigt, dass der Fuss unter dem grossen Spiegel, welcher gleichzeitig die Buchse der Alhidadenaxe enthält, in die aus den beiden Stahlprismen n und n' gebildete Rille über das Zentrum der Theodolitenaxe zu stehen kommt, während von den beiden übrigen Füssen des Sextanten der eine auf der kleinen Plattform p, der andere auf p' ruht. — Die erstere ist mit einer starken Spiralfeder und einem Ringe mit Klemmschraube ausgerüstet, welche dazu dient, den Sextanten während der Prüfung in seiner Lage zu sichern. Bei vorausgehenden Versuchen hatte sich nämlich herausgestellt, dass eine weitergehende Befestigung sehr leicht zu Durchbiegungen und anderen Formveränderungen Veranlassung gab. — Da aber nun die zu prüfenden Instrumente natürlich von recht verschiedener Grösse sind, so war es erforderlich, die beiden Tragplatten p und p' verschiebbar zu machen, sowohl in horizontalem als vertikalem Sinne. Dies geschieht dadurch, dass die Spindeln, welche p und p' tragen, mit den grossen Platten ε und ε' verbunden sind und in ihrer Fortsetzung durch weite Bohrungen der Hauptplatte P hindurchgehen, während sie nach Auflegung und Justirung des Sextanten (bezüglich seiner Lage) durch die Schrauben und Gegenmuttern K und m bzw. K' und m' in ihrer Lage gesichert werden können. Zunächst wird mit Hilfe des Niveaus L, welches auf der Klemmvorrichtung M' sitzt, der Theodolit horizontirt und sodann durch Aufsetzen einer Dosenlibelle auf die Ebene des Sextanten auch diese horizontal gestellt. Die Parallelität zwischen Fernrohr und Sextantenebene wird ebenfalls durch eine Dosenlibelle und zwar durch Drehung derselben auf der Fassung des Fernrohrs, wobei die Blase der Libelle durch die Mitte gehen muss, mit Hilfe der Korrektionseinrichtung bei

h und k bewerkstelligt. (Es wäre vielleicht besser, auch ein der Fernrohraxe paralleles Niveau auf dem Fernrohr zu befestigen. D. Ref.) Sind nun Theodolit, Sextant und Fernrohr in die richtige Lage gebracht, wobei das letztere auf die Mitte des kleinen Spiegels gerichtet sein muss, so wird die Sextanten-Alhidade auf Null gestellt, und mit dem Fernrohr ein entfernter Fixpunkt oder bei unsichtigem Wetter ein auf einem anderen Thurme der Seewarte aufgestellter Kollimator anvisirt. Nach Festklemmung des Kreises stellt man den Index des Sextanten auf 5° oder 10° und klemmt auch diesen fest, worauf man dann nach Ablesung der Haupttheilung an beiden Mikroskopen, welche noch $10''$ direkt und einzelne Sekunden schätzungsweise geben, durch Drehung des ganzen Obertheiles wieder auf das doppeltgespiegelte Bild des Fixpunktes einstellt. Der Unterschied des auf dem Sextanten eingestellten Kreisschnittes gegen den auf dem Hauptkreise gemessenen giebt dann den Fehler des ersteren, vorausgesetzt, dass man die Theilung des Theodoliten als fehlerfrei anzusehen berechtigt ist, was mit der hier erforderlichen Genauigkeit wohl geschehen kann.

Die Vergleichung einer grösseren Reihe solcher Winkel gestattet dann durch eine einfache Rechnung die Exzentrizität des Sextanten nach Lage und Grösse zu bestimmen. —

Es ist nämlich, wenn $\sin \varepsilon$ gleich der linearen Grösse der Exzentrizität dividirt durch den Radius der Theilung gesetzt wird und p den Winkel bezeichnet, welchen die Richtung vom Zentrum der Kreistheilung zur Drehungsaxe der Alhidade mit dem Nullpunkt der Theilung macht, die Korrektion für Exzentrizität, welche an einer Kreisablesung für einen gemessenen Winkel anzubringen ist: $n = \varepsilon\,(\sin [a - p] + \sin p)$ [1]), wobei a die Ablesung für den gemessenen Winkel bedeutet. — Die Messung zweier möglichst verschiedenen Winkel würde also zur Bestimmung der Grössen ε und p hinreichen; thatsächlich werden nun bei den Prüfungen viel mehr Winkel gemessen, und die erlangten Einzelbestimmungen nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen. Dabei ist es ein nicht zu unterschätzender Vorzug des beschriebenen Apparates, dass man diese Winkel nach Belieben und möglichst günstig für Vereinfachung der Rechnung auswählen kann, während man früher an die vorhandenen Fixpunkte gebunden war. Auch ist man von etwaigen Fehlern des Nonius jetzt unabhängig, da man immer den Nullpunkt des Nonius auf einen ganzen Grad einstellen kann. Durch Benutzung dieses Apparates hat also nicht nur die Bequemlichkeit der Prüfung, sondern auch deren Genauigkeit erheblich gewonnen. Bezüglich weiterer Einzelheiten muss hier auf den Originalaufsatz verwiesen werden, in welchem auch ein vollständig durchgeführtes Messungsbeispiel mitgetheilt ist.

L. A.

Neues Mikrophon.

Von Clamond. *L'Électricien 11. 5. S. 9. (1893.)*

Alle bisher konstruirten Mikrophone sind nur Abänderungen des ursprünglichen, von Hughes erfundenen Apparates, der bekanntlich darauf beruht, dass in einem Stromkreise befindliche Kohlenkontakte durch Schallwellen in Schwingungen versetzt werden, und dadurch die Stärke des Kontakts und folglich auch die Stromstärke im Kreise nach Maassgabe der auftretenden Schwingungen variirt.

Ist die Berührung im Ruhezustande eine sehr leichte, so ist das Mikrophon zwar für schwache Geräusche sehr empfindlich, beim Auftreten kräftiger Schallwellen dagegen hört der Kontakt in gewissen Momenten ganz auf, und dadurch wird das die Deutlichkeit des Gespräches so sehr beeinträchtigende Knarren hervorgerufen. Macht man andererseits den Kontakt mit Hilfe einer bei vielen praktisch verwandten Mikrophonen vorhandenen Vorrichtung zu fest, so tritt zwar das Knarren nicht ein, man ist aber gezwungen, sehr laut zu sprechen, da Schwingungen von geringer Amplitude nicht deutlich

[1]) Bei der Kleinheit des Winkels ε kann immer der Winkel selbst mit dem sinus vertauscht werden.

übertragen werden. Gewöhnlich wählt man in der Praxis eine zwischen den beiden Extremen liegende Regulirung.

Das neue Mikrophon von Clamond soll den Vortheil haben, schwache und starke Geräusche mit der gleichen Deutlichkeit zu übertragen, und dabei bedarf es keinerlei Regulirung. An Stelle des Kohlenkontakts ist eine plastische Masse gesetzt, die aus einem innigen Gemisch von feinem Staub eines die Elektrizität leitenden Körpers und einer schlecht leitenden, zähen Flüssigkeit besteht. Die Wirkungsweise ist leicht verständlich. Man denke sich die beiden Flächen einer Scheibe aus dieser plastischen Masse in Berührung mit zwei Metallelektroden A und B von demselben Querschnitt und diese Vorrichtung in einen Stromkreis eingeschaltet. Nähern sich aus irgend einem Grunde die Elektroden A und B, so wird die Dicke der plastischen Scheibe vermindert, ihr Querschnitt vergrössert, so dass der Widerstand abnimmt und folglich die Stromstärke wächst. Das Umgekehrte ist der Fall, wenn A und B sich von einander entfernen.

Verbindet man die Elektrode A mit einer durch Schallwellen in Schwingungen versetzten Membran, während man B fixirt, so genügen die geringen in der plastischen Masse hervorgerufenen Dimensionsänderungen, um ein in den Stromkreis eingeschaltetes Telephon deutlich ansprechen zu lassen. Versuche mit einem derart konstruirten Mikrophon sollen sehr gute Resultate ergeben haben. *Lck.*

Beschreibung eines Instruments zur Beobachtung der kleinen Schwankungen der Intensität der Schwerkraft.

Von Bouquet de la Grye. *Compt. Rend.* ***116.*** *S. 341. (1893.)*

Das Instrument, für welches Herr d'Abbadie den Namen „*bathomètre multiplicateur*" vorgeschlagen hat, besteht aus einem Rezipienten GK, der mit Wasserstoff oder Stickstoff gefüllt ist, und zwei vom unteren Theile ausgehenden Ansatzröhren. Beide Röhren gehen senkrecht nach oben, die eine EF ist unten durch einen Hahn verschlossen und dient nur zu der Füllung des Apparates; die andere ist oben horizontal umgebogen und setzt sich in eine grobe Glaskapillare fort, die bei A nochmals umgebogen und hier durch einen Hahn geschlossen ist. Die Füllung geschieht durch die Röhre ABC, indem der Apparat so schief gestellt wird, dass sämmtliche Luft aus dem Rezipienten durch EF entweichen kann. Dann wird bei A ein Ballon mit Wasserstoff angesetzt, der Hahn N geschlossen und Q geöffnet. Das Quecksilber lässt man ausfliessen, bis fast der ganze Rezipient von Wasserstoff erfüllt ist; der untere Theil muss jedoch stets mit Quecksilber bedeckt bleiben. Nachdem Q geschlossen ist, füllt man durch EF Quecksilber nach, bis dieses bei M austritt, schliesst nun M und N, öffnet Q wiederum und lässt jetzt soviel Quecksilber austreten, bis sich bei M ein Vakuum bildet und der Meniskus in der Kapillare spielt. Da der Apparat äusserst empfindlich gegen Temperaturänderungen ist, so befindet sich unmittelbar über dem Rezipienten im Quecksilberbade ein grosses Alkoholthermometer T, dessen Skale sich dicht unter AB befindet.

Bedeutet S den Querschnitt des Rezipienten, s den der Kapillaren AB, H und a die

in der Figur bezeichneten Längen, dz die Verschiebung des Quecksilberfadens in der Kapillaren, β den Temperaturkoeffizienten und dt die Temperaturänderung des Quecksilbers, so ist

$$dz = \frac{S}{s} \cdot \frac{Ha}{H+a} \left(\beta dt + \frac{dg}{g}\right)$$

Von der Grösse des Bruches

$$\frac{S}{s} \cdot \frac{Ha}{H+a}$$

hängt die Empfindlichkeit des Apparates ab. Wählt man den Durchmesser des Rezipienten zu 600 *mm*, den der Kapillaren zu 2,5 *mm* und $H = 4000$ *mm*, $a = 100$ *mm*, so wird:

$$\frac{S}{s} \cdot \frac{Ha}{H+a} = 56198000.$$

Hiernach würde z. B. die durch die Stellung des Mondes bedingte Aenderung der Schwerkraft ($dg = 1/12163000$) eine Aenderung dz, d. h. eine Verschiebung des Quecksilberfadens, um 0,46 *mm* bewirken, eine Grösse, welche bequem beobachtet werden kann.

Wenn auch der bis jetzt beobachtete Versuchsapparat, der in dem Keller des *Dépôt de la Marine* aufgestellt ist, noch zu keinem mittheilenswerthen Resultate geführt hat, so hält der Verfasser es doch für nützlich, das Instrument der Aufmerksamkeit der Fachgenossen zu empfehlen. Der Verfasser erwähnt kurz die Schwierigkeiten, welche sich den beabsichtigten Untersuchungen entgegenstellen; dieselben dürften jedoch keineswegs als überwunden betrachtet werden. *K.*

Elektrostatischer Spannungsmesser.

Von Ayrton und Mather. *The Electrician* **31.** *S. 151. 1893.*

Die wesentlichen Theile des von dem Mechaniker R. W. Paul (Hatton Garden, London) ausgeführten Instruments sind in Fig. 1 schematisch dargestellt. A, B, C bilden das feststehende, den Quadranten eines Elektrometers entsprechende System; es besteht aus gebogenen, durch die Platte D mit einander verbundenen Messingblechen, deren Kanten und Ecken sorgfältig abgerundet sind, um ein Ueberspringen von Funken zu vermeiden. Die „Nadel" EF wird durch zwei kreisförmig gekrümmte Streifen von Aluminiumblech gebildet, die mit der zu ihnen konzentrischen Axe G verbunden sind; das bewegliche System wird durch die elektrostatische Anziehung in die Zwischenräume des feststehenden hineingezogen. Die durch das Gewicht des Zeigers gebildete Gegenkraft kann durch ein an der Axe angebrachtes Gegengewicht so regulirt werden, dass der Zeiger auf den Nullpunkt der Skale einspielt. Bei dem geringen Trägheitsmoment der Nadel wird die Gleichgewichtslage rasch erreicht. Die Skale wird von Säulchen aus Ebonit gehalten und ist mit einer Einfassung aus demselben Material versehen, so dass jede Berührung mit dem äusseren Gehäuse vermieden und das letztere also vollständig von dem Stromkreis isolirt ist. Die Klemmen, die Fig. 2 im Schnitt darstellt, sind ebenfalls ganz in Ebonit eingeschlossen; man kann daher die elektrische Verbindung herstellen, ohne einen Schlag befürchten zu müssen. Das hohle Ebonitstück AA enthält nämlich einen nahe an seinem äusseren Ende befestigten Messingklotz E, auf den noch eine Ebonithülse aufgeschoben ist. Der Klotz ist mit Gewinde für die Schraube F versehen, welche den Zuleitungsdraht festklemmt. Der in das Innere des Gehäuses hineinreichende Theil von A (er ist bei B in dasselbe eingeschraubt) enthält einen 0,025 *mm* dicken Abschmelzdraht aus Platinsilber; der letztere ist in ein mit Metallkappen versehenes Glasröhrchen eingeschlossen und mit den Kappen

Fig. 1.

Fig. 2.

in leitender Verbindung. Diese Kappen stehen an dem einen Ende mit dem Messingklotz E, am andern mit einer federnden Kappe D in Kontakt. Die Kappe D stellt ihrerseits die elektrische Verbindung nach dem Inneren des Apparates her; die Abschmelzsicherungen können also leicht ausgewechselt werden. Innerhalb des Spannungsmessers ist eine Funkenstrecke derart angeordnet, dass bei abnormem Anstieg der Spannung an dieser Stelle Funken überspringen, ohne dass dem Instrument Schaden geschieht.

Die Skale ist mit einem beweglichen Index versehen; sie hat einen Radius von 15, eine Länge von 25 *cm*; die Instrumente werden zur Zeit für Spannungen von 500, 1000, 2000 und 2400 *Volt* ausgeführt. *Lck.*

Bestimmung von Harnstoff.

Von W. Colquhoun. *Chem. News.* **67.** *S. 123. (1893.)*

Zum Zweck der Zersetzung des Harnstoffs im Urin mittels Natriumhypobromid oder -hypochlorit und zum Aufsammeln und Messen des entwickelten Stickstoffs hat der Verfasser den Apparat von Russell und West in folgender Weise verbessert. Eine an ihrem oberen Ende durch einen Glashahn verschliessbare, in $^1/_{10}$ *ccm* getheilte Gasbürette besitzt neben ihrem unteren Ausfluss zwei seitliche Ansätze, von denen der eine mit einem Reservoir für das Natriumhypochlorid in fester Verbindung steht. An den anderen Stutzen ist mit einem Kautschukschlauch ein Wassergefäss angeschlossen, das zugleich als Niveaukugel dient. Die gerade Fortsetzung nach unten bildet das Zersetzungsgefäss; dieses ist eine durch zwei Glashähne abgeschlossene Kugel von 6 *ccm* Inhalt, die zur Aufnahme des zu untersuchenden Harns dient. Die Einführung des Harns geschieht mit einer an ihrem Ausflussende kurz umgebogenen in $^1/_{100}$ *ccm* getheilten Pipette, nachdem man den die Zersetzungskugel nach oben hin abschliessenden Hahn entfernt hat. *Fm.*

Ueber eine neue Form eines elektrischen Luftkondensators.

Von Lord Kelvin. *Nature. 1892. S. 212.*

Der Apparat ist in Verbindung mit einem passenden Elektrometer z. B. dem *„multicellular voltmeter“* desselben Gelehrten dazu bestimmt, die Kapazität kleiner Stücke von elektrischen Kabeln nach einem später noch zu erläuternden Verfahren zu bestimmen. Wegen des in dem Worte Luftkondensator (*air condenser*) enthaltenen Doppelsinns führt Lord Kelvin (Sir William Thomson) für derartige Apparate, da sie eine Verallgemeinerung einer Leydener Flasche darstellen, den Ausdruck *air leyden* ein.

In der neuen Form besteht der Kondensator, wie aus der Schnittansicht in den umstehenden Figuren hervorgeht, aus zwei gegenseitig isolirten Systemen A und B von quadratischen Platten aus dünnem Messingblech, die parallel zu einander so angeordnet sind, dass jede Platte $b\,b$ des Systems B sich zwischen zwei Platten $a\,a$ des Systems A befindet. Nur die Endglieder des Systems A (das untere bildet zugleich den Boden des Apparats) und das untere von B haben kreisförmige Gestalt und sind viel dicker als die übrigen. Alle Platten desselben Systems sind durch vier lange Metallbolzen mit einander verbunden, die durch gut passende, in den Ecken der Platten angebrachte Löcher hindurchgehen; der Abstand von je zwei Gliedern desselben Systems ist durch ringförmige, auf die Bolzen genau aufpassende Zwischenstücke bestimmt. Die Enden der Bolzen tragen Gewinde, so dass durch Anziehen der entsprechenden Muttern die einzelnen Platten jedes Systems zu einem festen Ganzen mit einander verbunden werden. Wie die Ansicht von oben erkennen lässt, sind die Platten des einen Systems gegen die des anderen um 45° versetzt, um Platz zur Durchführung der Bolzen zu bekommen; die wirksamen Flächen haben also achteckige Form.

Wenn der Apparat benutzt werden soll, ruht das System B isolirt auf den Glassäulchen $e\,e^1\,e^2$, die in den durch die Bodenplatte von A hindurchgehenden Schrauben befestigt sind. Es ist Vorkehrung getroffen, dass die Platten von B genau in die Mitte

je zweier Platten von A und parallel zu ihnen eingestellt werden können. Durch Niederschrauben der Muttern ff lässt sich das System B in leicht ersichtlicher Weise von den Glassäulchen abheben und mit den Endplatten von A zu einem festen Stück verschrauben, sodass der Apparat dann ohne Schaden transportirt werden kann. Die Klemmschrauben i und j vermitteln die Verbindung der beiden Systeme mit der ladenden Batterie. Der ganze Apparat ist zum Schutz gegen Staub von einer Metallhülle h umgeben und durch drei Ebonitfüsse gut isolirt. Bei einem der *Royal Society* vorgezeigten Exemplar bestand das System B aus 22, A aus 23 Platten von etwa 10 *cm* Seitenlänge; bei einem Abstand von etwa 0,3 *cm* von Platte zu Platte war die aus den Dimensionen berechnete Kapazität etwa 0,001 *Mikrofarad*; der genaue Werth muss natürlich experimentell bestimmt werden.

Zur Vergleichung kleiner Kapazitäten mit derjenigen des als Normal dienenden Luftkondensators wird zunächst das Kabel nebst dem parallel geschalteten *„multicellular voltmeter“* mit einer aus 150 bis 200 Elementen bestehenden kleinen Volta'schen Batterie durch Kontakt geladen und die vom Elektrometer angegebene Potentialdifferenz notirt. Mit Hilfe eines Umschalters wird dann auch noch der Luftkondensator parallel geschaltet und die durch die neue Vertheilung der Elektrizität eintretende Verminderung der Potentialdifferenz gemessen. Aus den beiden Ablesungen am Elektrometer und der bekannten Kapazität des Kondensators ergiebt sich dann in einfacher Weise die gesuchte Kapazität des Kabelstückes. Allerdings muss auch die mit dem Ausschlage veränderliche Kapazität des Elektrometers berücksichtigt werden.

Von Interesse ist noch die Anordnung der Volta'schen Batterie; sie besteht aus ∩förmigen, aus Zink- und Kupferstreifen zusammengelötheten kleinen Bügeln, welche an einer langen Hartgummileiste in grosser Zahl hinter einander festgeschraubt sind. Die parallelen breiten Seiten zweier auf einander folgenden Bügel sind nur etwa 1 *mm* von einander entfernt. Taucht man die Bügel mit dem unteren Ende in Wasser, so bleibt beim Herausheben in Folge der Kapillarkräfte zwischen zwei aufeinander folgenden etwas Flüssigkeit hängen. Auf diese Weise kann man sich leicht für elektrometrische Zwecke, Isolationsmessungen u. s. w., eine sehr gut isolirte Batterie von hoher elektromotorischer Kraft billig herstellen. *Lck.*

Neu erschienene Bücher.

Photographische Bibliothek. Bd. 1. Die photographische Ortsbestimmung ohne Chronometer und die Verbindung der dadurch bestimmten Punkte unter einander. Von Dr. F. Stolze. 78 S. Berlin, Mayer & Müller. M. 2.

Das vorliegende kleine Werk ist als I. Band der vom Verf. herausgegebenen *Photographischen Bibliothek* erschienen. Verf. geht von der Ansicht aus, dass die Längenbestimmungen auf Landreisen, namentlich in unzivilisirten Gegenden, durch mangelhafte Chronometergänge bis zur Unbrauchbarkeit beeinflusst sein könnten und in der Mehrzahl der Fälle beeinflusst sein würden; er meint damit augenscheinlich die Methode der Zeitübertragung von einem Anfangspunkte aus, bei der sich allerdings Fehler im Uhrgange ganz enorm häufen können. Auf Grund von Fehlern, die auf diese Weise bei A. von Humboldt's südamerikanischen Reisen entstanden sind und in Folge von wiederholtem Versagen von Chronometern, das Verf. auf eigenen Reisen erlebt hat, glaubt Verf. in der photographischen Methode das Mittel gefunden zu haben, auch die Längenbestimmung der Breitenbestimmung ebenbürtig zu machen. Nun sind aber für Landreisen überhaupt Chronometer vom Uebel und zweckmässig durch Präzisionstaschenuhren (z. B. Glashütter) zu ersetzen, die wegen ihrer leichteren Unruhe den Strapazen der Reise viel eher gewachsen sind und in Folge ihres geringeren Preises in mehreren Exemplaren zur gegenseitigen Kontrole mitgeführt werden können. Die Schwierigkeiten, die Verf. mit seinen Chronometern gehabt hat, sind zum Theil direkt auf fehlerhafte Behandlungen zurückzuführen, die wohl hätten vermieden werden können. Endlich aber ist die Längenbestimmung durch Zeitübertragung überhaupt nur auf kurze Entfernungen anzuwenden und im Uebrigen sehr wohl durch Beobachtung von Monddistanzen oder, namentlich in kleinen Breiten mit grossem Vortheil, durch Mondhöhen zu ersetzen, die von dem Uhrgang und der Dauer der Reise völlig unabhängig sind, oder es wenigstens ohne Mühe gemacht werden können. Ferner ist die Methode der Okularbeobachtung viel durchsichtiger als das photographische Verfahren und in Folge dessen leichter zu erlernen und zu kontroliren. Das photographische Verfahren versagt auch völlig schon bei leicht verschleiertem Himmel, bei Wolkenzug und in der Dämmerung, wo überall die direkte Beobachtung noch brauchbare Resultate ergiebt. Während die kleinen Universalinstrumente neuerdings äusserst kompendiös und ziemlich wohlfeil gebaut werden und auch nur eine mässig stabile Aufstellung verlangen, ist bei dem photographischen Apparat, wie ihn Verf. anwenden will, gerade das Gegentheil der Fall, sodass auch in dieser Hinsicht das ältere Verfahren das bessere ist.

Verf. giebt zunächst die bekannten sphärischen Koordinaten eines Gestirnes und ihre gegenseitigen Beziehungen, überlässt aber das Weitere völlig dem Astronomen. Aus diesem Grunde hält auch Ref., im direkten Gegensatz zum Verf., die Wiedergabe der Formeln für z und h für ganz überflüssig, da einem Fachmanne der Unterschied wohl geläufig sein dürfte. Auf Seite 12 ist übrigens auch für Sterne mit südlicher Deklination $\varphi = z + \delta$ zu setzen. — Verf. giebt zwei Methoden an, um Höhe und Azimut eines Gestirnes photographisch festzulegen. Nach der ersten Methode wird einfach unter Benutzung eines Universalinstrumentes das Auge durch die photographische Platte ersetzt, derart, dass das Objekt zugleich mit einem Fadennetz abgebildet wird und dabei beide Kreise abgelesen werden. Hierbei bedarf es mindestens vier Aufnahmen, paarweise auf beide Kreislagen vertheilt, entweder von demselben Objekte mit grösserer Zwischenzeit, oder von zwei passend gelegenen verschiedenen Objekten kurz hintereinander. Soll nach diesem Verfahren auch eine Längenbestimmung ausgeführt werden, so treten noch zwei Mondaufnahmen dazu. Da es hierbei auf Fixirung von Zeitpunkten ankommt, so ist ein längeres Exponiren zur Erzielung von Gestirnbahnen wohl unnöthig. Auch müssen die Mondbilder überhaupt soweit auseinanderliegen, dass sie sich nicht theilweise decken. Die zweite Methode ist von der ersten grundsätzlich verschieden. Bei ihr kommt es

darauf an, mit Hilfe eines Weitwinkelobjektivs mit vertikal oder horizontal gestellter Axe einen grösseren Theil des Himmels zugleich zu photographiren und aus der Gesammtheit der auf der Platte gleichzeitig verzeichneten Bildpunkte die geographischen Koordinaten des Erdortes abzuleiten. Da es sich hierbei ebenfalls um synchrone Momente handelt, so ist ein längeres Exponiren zur Erzielung von Sternbahnen überflüssig und für den Mond, behufs Längenbestimmung, sogar schädlich, weil sich die Mondbilder decken und gegenseitig verwischen, sodass bei einer aufgezeichneten Mondbahn doch nur das letzte Bild verwerthbar wäre. Um nun die so erhaltenen Komplexe von synchronen Bildpunkten orientiren zu können, schlägt Verf. das Mittel vor, durch Photographiren der direkten und der an orientirten Spiegeln reflektirten Sternbilder auf der Platte Punktpaare festzulegen, deren Symmetrieaxe die Durchschnittslinie der Spiegelflächen mit der empfindlichen Schicht ergiebt. Bei der Aufstellung des photographischen Theodoliten mit senkrechter Axe setzt Verf. zwei sich nahezu unter rechtem Winkel schneidende vertikale Spiegel seitwärts über das Objektiv dergestalt, dass ein Quadrant des Himmels um das Zenith herum sich direkt und gespiegelt abbilden kann. Wenn aber Verf. meint, auf diese Weise das Zenith des Beobachtungspunktes auf der Platte zu erhalten, so ist das ein Irrthum, wenigstens nach der Methode, wie Verf. die Spiegel orientirt. Vielmehr ist der auf der Platte so festgelegte Punkt nur der Punkt, in dem die Schnittlinie der beiden Spiegel die Himmelskugel trifft. Da nun Verf. noch Neigungen der Spiegel gegen die Vertikale bis zu $10''$ zulässt, so wird dadurch das Zenith des Beobachtungsortes bis zu $10''$ in Breite und $10'' \sec \varphi$ in Länge gefälscht. Auch ist es völlig unstatthaft, weil ganz unkontrolirbar, wenn Verf. die Orientirung der Spiegel mittels zweier fest angebrachten Niveaus für ausreichend hält und die Berichtigung der Spiegel und Libellen gegen die Fassung nur in grösseren Zwischenzeiten für nöthig erachtet. Da sich Spiegel und Libellen in gar nicht vorherzubestimmender Weise gegen die Fassung verschieben müssen (durch Temperatureinflüsse, Stösse beim Transport u. s. w.), müsste die Berichtigung vor jeder photographischen Aufnahme geprüft werden, und dies würde die Mitnahme eines schon ziemlich grossen Nivellirinstrumentes nöthig machen und damit Zeitaufwand, Mühe und Kosten recht erheblich vermehren, ganz gegen die ausgesprochene Absicht des Verf. Ausserdem bezweifelt Ref. noch, dass Sterne in der Nähe des Zeniths überhaupt noch genügend kräftige Spiegelbilder liefern, wegen des ausserordentlich spitzen Einfallswinkels und des damit verbundenen sehr starken Lichtverlustes. Viel rationeller würde jedenfalls das Verfahren sein, die photographische Platte um eine vertikale Axe, die sich eigentlich beliebig genau orientiren lässt, zweimal um $180°$ mit gleichen Zwischenzeiten zu drehen und so das Mittel der beiden äusseren Zeiten auf den inneren Moment fallen zu lassen. Dadurch werden einmal sämmtliche Sterne, die sich überhaupt abbilden, für die Ableitung des Zenithpunktes gleichmässig herangezogen, das andere Mal würde die Orientirung des Zeniths in jedem einzelnen Falle durchgeführt und der Wahrheit möglichst nahegebracht und schliesslich wird die Mitnahme eines Nivellirinstrumentes ganz überflüssig. Auch bei der horizontalen Aufstellung des photographischen Theodoliten ist der Nutzen der Spiegel ziemlich zweifelhaft. Ein Quecksilberspiegel wird bei der geringsten Luftbewegung gänzlich versagen und bei einem Spiegel aus starrem Material geht wieder die Neigung völlig in die Rechnung ein. Auch hier ist es einfacher, die Platte um $180°$ zu drehen und durch gleiche, kurze Zwischenzeiten das Fortrücken der Sternbilder zu eliminiren. Verf. schlägt bei der horizontalen Aufstellung zwar ein Umlegen um $90°$ vor, übersieht dabei aber, dass die optische Axe dabei dasselbe Azimuth beibehalten muss, wenn die erhaltenen Resultate nicht ganz zweifelhaft werden sollen. — Die Fehlerberechnung, die Verf. auf Grund einer wahrscheinlich ganz richtigen Annahme über die Bildschärfe macht, ist völlig verfehlt. Ist ε die Unsicherheit der Festlegung eines punktförmigen Sternbildes auf der Platte, so ist $\varepsilon\sqrt{2}$ die Unsicherheit des Abstandes eines Bildes von seinem zugehörigen Spiegelbild. Die Unsicherheit des Zenithpunktes und der Zenithdistanz hängt in etwas verwickelter Weise von der Lage der Bildpunkte gegen die Ebenen der Spiegel ab. Die Un-

sicherheit der Azimuthdifferenzen hängt aber ganz von der Zenithdistanz ab und offenbar können kleine Fehler in der Bestimmung des Zenithpunktes bei kleinen Zenithdistanzen die Azimuthe um ganz enorme Beträge fälschen. Den Folgerungen, die Verf. zu Gunsten seiner Methode zieht, nämlich Einfachheit, Bequemlichkeit und unbedingte Zuverlässigkeit, kann Ref. absolut nicht beipflichten, wenigstens für die Praxis nicht, auf die es ja wohl ankommt. Auch Zeitersparniss dürfte bei gewissenhafter Berichtigung des photographischen Theodoliten der älteren Methode der Okularbeobachtung gegenüber nicht erzielt werden, da ein einigermaassen eingeübter Beobachter auch unter ziemlich ungünstigen Verhältnissen Zeit, Breite und Länge innerhalb einer Stunde mit genügender Genauigkeit durch Höhenbeobachtungen mit einem kleinen Reiseuniversalinstrumente bestimmen kann. Wie leicht wäre es gewesen, wenn Verf. durch Diskussion einiger Platten, die unter bekannten Verhältnissen aufgenommen sind, den Nachweis für die Brauchbarkeit seiner Methode auch praktisch geliefert hätte, aber nichts von alledem! Den Hauptnachtheil der photographischen Methode findet aber Ref. darin, dass dieselbe einmal nur Originale liefert, die noch dazu ziemlich leicht dem Verderben ausgesetzt und bei Verlust unersetzlich sind, das andere Mal aber darin, dass der Reisende selbst absolut nichts mit den Platten anfangen kann, selbst wenn sie noch so gut gelungen sein sollten, was aber erst nach der Entwicklung zu entscheiden ist. Direkte Okularbeobachtungen sind durchaus nicht schwerer zu erlernen als photographische Aufnahmen und liefern, vernünftig angestellt, sofort die Beobachtungsgrössen, was bisweilen eine Existenzfrage entscheiden kann. Auch können die Originalzahlen beliebig oft vervielfältigt werden und sind dann der Gefahr, in Verlust zu gerathen, ebenso viel weniger ausgesetzt als die Beobachtungsbücher der Gefahr des Verderbens.

Auch das vom Verf. vorgeschlagene Verfahren zur geodätischen Verbindung der astronomischen Beobachtungspunkte auf rein photographischem Wege durch Panoramenaufnahmen in den Endpunkten einer gemessenen Basis ist in Anbetracht der geringen erreichbaren Genauigkeit viel zu umständlich, um sich für die Praxis zu empfehlen. Für die Basismessung scheint dem Verf. das Verfahren mit der Distanzlatte nicht bekannt zu sein, das wenigstens auch wirklich die horizontalen Entfernungen giebt, die allein in Betracht kommen. Einstellen einiger hervorragender Objekte im Horizonte und der Basisendpunkte in beiden Fernrohrlagen des Universalinstrumentes von zwei bzw. drei Punkten mit dazwischengestellter Distanzlatte und Aufnahme eines Panoramas nach gewöhnlicher Weise würde wohl wesentlich genauere Resultate in kürzerer Frist geben. Der Vorschlag des Verf., statt der Trockenplatten aus Glas empfindliches Papier zu benutzen und dasselbe gegen eine starke Spiegelscheibe zu pressen, ist nur dann zulässig, wenn Objektiv und Spiegelplatte als ein optisches System zusammen berechnet sind; Verzerrungen und Unschärfen wären sonst unvermeidlich. — Zum Schluss giebt Verf. die Beschreibung eines Wegerades, das die durchfahrenen Strecken registrirt und die Daten für die Rektifikation derselben automatisch liefert. — Ref. glaubt die feste Ueberzeugung aussprechen zu dürfen, dass auf Grund der Abhandlung des Verf. vorläufig wohl noch kein Forschungsreisender von der alten Methode der Okularbeobachtung abgehen und das Sichere mit dem Zweifelhaften vertauschen dürfte. *Sr.*

Adressbuch für die deutsche Mechanik und Optik und verwandte Berufszweige.

Die Herren Mechaniker K. Friedrich und Fr. Harrwitz beabsichtigen ein in der Verlagsbuchhandlung von Max Harrwitz in Berlin erscheinendes *Adressbuch für die deutsche Mechanik und Optik und verwandte Berufszweige* herauszugeben. Das Bedürfniss nach einem solchen Werke dürfte unzweifelhaft sein; es ist von der Geschäftsführung der *Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik* schon oft gewünscht worden, ein solches Werk zu besitzen, und auch in den Kreisen der Mechaniker und Optiker ist ein solcher Wunsch schon oft geäussert worden. Es dürfte auch zugegeben werden müssen, dass der Absatz der Erzeugnisse der deutschen Präzisionstechnik nur gefördert werden könnte,

wenn ein derartiges Werk in den wissenschaftlichen und höheren Unterrichtsanstalten des Auslandes, sowie in den deutschen Konsulaten vorhanden wäre. Vorausgesetzt muss allerdings hierbei werden, dass das Adressbuch zuverlässig und sorgfältig bearbeitet ist. Um den Herausgebern an die Hand zu gehen, hat die *Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik* eine Kommission eingesetzt, welche die für die Vorarbeit zu entsendenden Fragebogen, sowie die Disposition des Werkes begutachtet hat. Der Inhalt des Buches soll folgender sein: I. Alphabetisches Firmenverzeichniss von allen der deutschen Feintechnik zugehörenden selbsterzeugenden Mechanikern, Optikern, Glasbläsern, Werkzeug- und Werkzeugmaschinen-Fabrikanten, Metallgiessern, Händlern und Exporteuren von mechanischen Erzeugnissen, Werkzeugen und Rohmaterialien. II. Fachverzeichniss, geordnet nach Art der Erzeugnisse. III. Alphabetische Ordnung nach den Wohnorten der Firmen. IV. Angaben über: a) wissenschaftliche und technische Institute des In- und Auslandes; b) Ausbildungsanstalten und Stiftungen für Mechaniker; c) Vereine; d) Zeitschriften.

Der Subskriptionspreis des Buches (bis 1. August) beträgt 6 Mark, nach diesem Termine wird der Preis auf 9 Mark erhöht.

Wir wünschen dem Werk guten Erfolg und werden nicht verfehlen, nach seinem Erscheinen auf dasselbe zurückzukommen. *W.*

Vereins- und Personennachrichten.

Herr Dr. Westphal hat sich am 4. Juli als Preisrichter für Praezisionsmechanik nach der Kolumbischen Weltausstellung in Chikago begeben. Wenige Tage vor seiner Abreise ist er zum königlichen Professor ernannt worden.

Patentschau.

Augenblicksschaltvorrichtung für elektrische Beleuchtungsanlagen. Von A. Astfalck in Köln. Vom 3. April 1892. No. 65919. Kl. 21.

Eine den Stromkreis schliessende und unterbrechende Scheibe *g* wird dadurch in die Stromschlussstellung gebracht, dass ein mit ihr verbundener Hebel *i* soweit gedreht wird, bis er hinter die Nase *w* einer Messingfeder *l* tritt. Zum Zweck des Ausschaltens wird der Hebel zunächst noch weiter gedreht, so dass er den Ansatz *v* der Feder *l* und damit die Feder selbst niederdrückt. Wird der Hebel *i* nun plötzlich frei gelassen, so schnellt er unter der Wirkung der Stahlfeder *r* schneller zurück, als die Messingfeder *l* in ihre Ruhelage zurückzukehren vermag, sodass der Hebel *i* von der Nase *w* nicht festgehalten wird.

Die Bewegung des Hebels *i* kann durch eine Schnur erfolgen, so dass die Schaltvorrichtung dicht unter der Zimmerdecke angeordnet werden kann.

Schreibstift- und Zeigerführung für Geschwindigkeitsanzeiger mit Diskusgetriebe. Von J. Leemann-Weidmann in Seebach. Vom 26. Januar 1892. No. 65904. Kl. 42.

Die Schreibstift- und Zeigerführung für registrirende Geschwindigkeitsmesser mit Diskusgetriebe ist gekennzeichnet durch eine von der Rolle *C* des Diskusgetriebes mitgenommene, den Schreibstift tragende gabelförmige Zahnstange *E*, welche ein mit dem Zeiger verbundenes Zahnrad *F* umgreift und doppelte versetzte Verzahnungen hat, so dass der Schreibstift von der Nulllinie aus eine auf- und abwärtsgehende Bewegung machen kann, während der Zeiger beim Vorwärtsgang (der Lokomotive z. B.) dieselbe Drehrichtung wie beim Rückwärtsgang erhält. Auf der Schraube *B* sitzt die Rolle *C*, die sich in bekannter Weise je nach der herrschenden Geschwindigkeit mehr oder weniger weit vom Mittelpunkt einer gleichmässig gedrehten Scheibe einstellt.

Apparat zum Anzeigen des Siedens erhitzter Flüssigkeiten. Von M. Ritter von Szabel in Wien. Vom 23. März 1892. No. 65675. Kl. 42.

Die Vorrichtung besteht aus einem Trichter *a*, in dessen Rohr *b* eine Pfeife angebracht ist. Hängt man diesen Trichter verkehrt in die erhitzte Flüssigkeit oder lässt ihn in Folge der Anordnung eines ringförmigen Hohlraumes *e* auf derselben schwimmen, so wird die Pfeife ertönen, sobald sich Dämpfe entwickeln, die, vom Trichter aufgefangen, durch die Pfeife entweichen müssen.

Drucktaste mit gleitend aneinander reibenden Stromschlusstheilen. Von Siemens und Halske in Berlin. Vom 10. Januar 1892. No. 65550. Kl. 21.

An einer Taste *S* ist um *a* drehbar ein Hebel *T* gelagert, der in der in Figur 1 dargestellten Lage an das Stromschlussstück *R*, beim Niederdrücken der Taste an das Stromschlussstück *A* sich anlegt. Wird *S* niedergedrückt, so reibt zunächst die Kante von *T* so lange an *R*, bis erstere an den Stift *x* zur Anlage kommt. Nun entfernt sich *T* von *R* unter Spannung der Feder *f*. Endlich trifft die andere Kante von *T* auf *A* (Fig. 2) und reibt sich bei weiterem Niederdrücken von *S* so lange daran, bis *T* an den Stift *y* sich anlegt. Beim Wiederhochziehen von *S* erfolgt die Reibung in entgegengesetztem Sinne.

Fig. 1.

Fig. 2.

Sicherheitsvorrichtung für Glühlampen gegen Abnahme. Von Max Fuss in Berlin. Vom 2. Februar 1892. No. 65870. Kl. 21.

Um den Hals *B* der Fassung *A* ist ein Ring *C* gelegt, welcher drehbar ist. Dieser Ring ist mit zwei Einschnitten *D* versehen, welche beim Einbringen der Lampe in die Fassung so gestellt werden, dass sie mit den Eingangsöffnungen *E* der Bajonnetschlitze übereinstimmen. Wenn dann die Lampe mit den Stiften *G* in die Bajonnetschlitze hineingedreht wird, nehmen die Stifte den Ring *C* mit. Die Eingangsöffnungen *E* der Bajonnetschlitze werden verdeckt und der Ring *C* wird durch eine Schraube *F* festgestellt.

Stangenzirkel. Von Xaver Baier in München. Vom 15. Januar 1892. No. 65504. Kl. 42.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Um in verschiedenen Ebenen konzentrische Kreise ziehen zu können, ist die Stange *A* des Zirkels um einen mit der Hülse *N* verbundenen Zapfen *s* drehbar, der selbst um die von den Schrauben *a* gebildete Axe gedreht und sodann in der gewünschten Neigung festgestellt werden kann. Der Reissstift wird bei *B* befestigt. In der Stange *A*, die aus einem Rohr gebildet ist, lässt sich der Klotz *C* verschieben und an bestimmter Stelle der Eintheilung durch die Schraube *S* feststellen. Mit dieser Schraube wird die Stange *A* in die mit entsprechenden Schlitzen versehene Hülse *N* so eingelegt, wie aus der Figur 1 und 3 zu ersehen ist.

Verstellbarer Schraubenschlüssel. Von J. Faber in Elberfeld. Vom 16. Dezember 1891. No. 65594. Kl. 87.

Bei diesem verstellbaren Schraubenschlüssel (Rohrzange u. dergl.) setzt sich die verstellbare Backe *b* unmittelbar oder mittelbar durch die Verbindungsstange *d* nebst verzahnter Klemme *c* beim Gebrauch durch den Gegendruck der Mutter an dem mit der feststehenden Backe *a* verbundenen bezw. verzahnten Griff a_1 fest und wird erforderlichen Falles durch eine Hifsvorrichtung darin unterstützt, welche auch eine kleine Anspannung der beiden Backen *a* und *b* ermöglicht. Eine andere Ausführungsform des Schraubenschlüssels ist gekennzeichnet durch eine mit dem verzahnten Griff verbundene Backe und eine an dem Griff verschiebbare verzahnte Backe mit einer Stellvorrichtung.

Pneumatisches Zählwerk. Von X. Gosselin in Paris. Vom 19. Februar 1892. No. 65513. Kl. 42.

Dieses Zählwerk besteht aus einem Uebertragungsapparat *A*, der von dem entsprechenden Theil eines Gegenstandes, dessen Bewegungen gezählt werden sollen, bethätigt wird, und aus einem Empfangsapparat *B*, welcher das Zählwerk enthält. Bei der gewählten Anordnung des Zählwerkes wirkt ein Anschlag *D* derart auf den Hebel *o* ein, dass dieser ein an einer Membran *m* eines Luftbehälters *l* angeordnetes Ventil *n* schliesst und gleichzeitig die Membran zusammendrückt. Da beim Zurückgehen des Hebels das Ventil wieder geöffnet wird, so füllt sich der Luftbehälter von Neuem mit Luft. In der Anordnung des Ventils *n* im Uebertragungsapparat, durch welchen bei jedem Hub die Luft im Apparat erneuert wird, liegt die Erfindung.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fernsprechkabel mit bandförmigen Leitern. Von Felten und Guilleaume in Mühlheim. Vom 7. November 1891. No. 65930. Kl. 21.

Bei diesem Kabel haben die isolirten Leiter *a* eine bandförmige Gestalt; dieselben sind zum Zwecke einer vortheilhaften Ausnutzung der Ladefähigkeit, der vielseitigen Verwendbarkeit der Adern bei der Bildung von Schleifenleitungen und einer vortheilhaften Raumausnutzung flach aufeinander gelegt und schraubenförmig mit einander verbunden.

Lampenglockenhalter. Von A. Zeisser in Wien. Vom 14. Januar 1892. No. 66118. Kl. 21.

Dieser Lampenglockenhalter besitzt mehrere an dem Beleuchtungskörper drehbar angebrachte gekrümmte Arme *a*, deren freie Enden durch entsprechende Schlitze einer ringförmigen Kappe *g* hindurchtreten und unter den in diese Kappe eingesetzten Rand der Lampenglocke *h* greifen. Die Feststellung dieser Arme erfolgt durch eine auf dem Beleuchtungskörper stellbare, auf die Arme wirkende Ueberwurfmutter.

Polklemme mit Keilbefestigung. Von J. v. Orlowsky in St. Petersburg. Vom 13. November 1891. No. 65737. Kl. 21.

Diese Polklemme, vorzugsweise für Kohlenelektroden bestimmt, besteht aus einem unten offenen Gehäuse *c*, in welches das obere Ende der Elektrode *d* von unten eingesetzt und durch einen mittels der Mutter *b* angezogenen Keil *a* festgepresst wird.

Selbthätiger Ausschalter für elektrische Leitungen. Von A. Johnston in Richmond. Vom 16. Februar 1892. No. 65765. Kl. 21.

Diese Vorrichtung soll dazu dienen, die beiden Theile einer gerissenen Leitung stromlos zu machen. Sie ist auf jedem Festpunkte einer Leitung unter einer Schutzglocke *Z* angeordnet und wirkt folgendermaassen. Die leitende Verbindung zwischen den an den Festpunkt geführten Leitungsenden wird durch die Hülsen *N* und die an dem Isolirstück *D* befestigten Stromschlussstücke *C*, *F* und *K* hergestellt. Reisst die Leitung, so schnellt unter der Wirkung der Feder *R* das abgerissene Leitungsende zurück (vergl. linke Seite der Figur), die Stange *J* trifft bei *H* auf den Hebel *F*, und letzterer unterbricht die leitende Verbindung zwischen dem abgerissenen Leitungsende und dem übrigen Theil der Leitung. Der Hebel *F* wird von der Hand erst dann wieder eingeschaltet, wenn die Wiederherstellungsarbeiten vollendet sind.

Doppelprisma für Refraktometer. Von Firma Carl Zeiss in Jena. Vom 5. Januar 1892. No. 65803. Kl. 42.

Bei Beschränkung des Abbe'schen Refraktometers auf bestimmte Substanzen wird das Doppelprisma derart hergestellt, dass die Grenzlinie der totalen Reflexion durch das Prisma achromatisirt wird. Man berechnet zu dem Ende aus den betreffenden Werthen des anzuwendenden Glases und der zu untersuchenden Substanz den Grenzwinkel e der totalen Reflexion, den brechenden Winkel φ und den Inzidenzwinkel i.

Höhenmaass. Von E. Jüngermann in Hannover. Vom 30. Januar 1892. No. 65798. Kl. 83.

Das Höhenmaass besitzt ausser den Zeigern c, welche die gemessene Höhe der Passage und Unruhe von Zylinder- und anderen Uhren angeben, noch zwei Hilfszeiger l und i, die ein genaueres und leichteres Maassnehmen ermöglichen sollen. Der Hilfszeiger i dient ausschliesslich zum Messen der Höhe der Passage, der zweite l nur zum Messen der Höhe der Unruhe. Letzterer ist abnehmbar in der Hülse k befestigt.

Parallelzange. Von L. Vonhaus & H. Becker in Frankfurt a. M. Vom 26. April 1892. No. 65643. Kl. 87.

Die mit dem Zangenmaul aus einem massiven Stück bestehenden Schenkel A und B der Parallelzange werden durch zwei besondere, auf beiden Seiten der Zange angeordnete Scheeren $D\,D_1$ dadurch parallel geführt, dass die einen Enden der Scheeren durch Stifte F nur drehbar, die anderen Enden derselben jedoch durch die in den Schlitzen H verschiebbaren Stifte G dreh- und verschiebbar mit den Zangenschenkeln A und B verbunden sind.

Verstellbare Reibahle. Von H. Meyerhoff in Spandau. Vom 16. Dezember 1891. No. 65457. Kl. 49.

Zur Veränderung des Durchmessers der Reibahle ist dieselbe mit keilförmigen Messern c versehen, welche mittels der Mutter b und der Schraube d in entsprechend schrägen Nuten des Reibahlkörpers verstellt werden können.

Fräskopf mit am Schaft gezahnten Stählen. Von W. Lorenz in Karlsruhe. Vom 26. März 1892. No. 65471. Kl. 49.

Die Stähle d des Fräskopfes sind längs ihres Schaftes mit einer Verzahnung versehen, durch welche sie geeignet gemacht sind, in dem Kopfe durch einen Druckring e (Fig. 1) festgehalten und durch Schneckenrädchen f (Fig. 2) auch leicht verstellt werden zu können.

Fig. 1. Fig. 2.

Für die Werkstatt.

Einige kleinere Hilfseinrichtungen für die Werkstatt. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Im Nachstehenden sollen einige kleinere Werkzeuge beschrieben werden, die nicht allgemein bekannt sein dürften, und deren Veröffentlichung von Herrn Mechaniker Dehmel, Werkführer der Firma Fr. Schmidt & Haensch, angeregt wurde.

Das erste von diesen ist eine Vorrichtung, um Axen laufend, d. h. im Mittelpunkt ihrer Endquerschnittskreise, anzukernen. Gewöhnlich geschieht dies in der Weise, dass man mit einem Zirkel, dessen Oeffnung schätzungsweise den Radius des Querschnittskreises beträgt, an drei oder vier verschiedenen Stellen der Peripherie Kreisbogen schlägt, die sich im Mittelpunkt selbst schneiden oder ihn dicht umschliessen, so dass man mit genügender Genauigkeit den wirklichen

Mittelpunkt nach dem Augenmaass trifft. Nach einer anderen Art spannt man einen Kerner in den Schraubstock, legt das anzukernende Stück mit der Stirnfläche gegen die Kernerspitze, während das runde Stück selbst in den geöffneten Backen des Schraubstockes sicher liegt, und dreht dasselbe unter Druck gegen die Kernerspitze. Dabei wird auf der Endfläche ein Kreis erzeugt oder, falls die Kernerspitze genügende Höhe hatte, der Mittelpunkt selbst. Eine dritte ebenfalls, aber weniger bekannte Art, ist die folgende:

Das anzukernende Stück wird mit einem „Mitnehmer“ versehen und möglichst zentrisch gegen die laufende Spindelspitze der Drehbank gesetzt. Gegen das andere Ende wird der Reitstock geschoben, in dessen Pinole an Stelle der gewöhnlichen konischen Spitze eine solche eingesteckt ist, an deren Konus drei ebene Flächen angefeilt sind, so dass eine dreiseitige Pyramide mit scharfer Spitze und scharfen Kanten entsteht. Diese Spitze wird möglichst gegen den Mittelpunkt der Endfläche des anzukernenden Stückes so stark angedrückt, dass dasselbe zwischen den beiden Spitzen rotirt, ohne herabzufallen. Ein Schlagen des Stückes an der Pinolenseite wird nun dadurch weggebracht, dass man ein Stück Flachstahl mit ebengefeilter Endfläche in Spitzenhöhe in den Support spannt und vorsichtig gegen das rotirende Stück führt; der Mantel des Stückes gleitet dann an der Endfläche des Flachstahles und das Stück selbst verändert dabei, falls es schlägt, seine Lage gegen die Pinolenspitze, bis es läuft. Dieser Zeitpunkt muss sorgfältig abgepasst werden, denn eine weitere Einwirkung auf das rotirende Stück führt wiederum ein Schlagen herbei. In der richtigen Stellung wird dann die Spitze leicht in die Endfläche hineingetrieben, dass der Mittelpunkt sichtbar wird. Das andere Ende wird hernach in derselben Weise behandelt. Das Verfahren ist sehr bequem und führt bei meist genügender Genauigkeit sehr schnell zum Ziel.

Fig. 1.

Die zweite Vorrichtung ist ein **Mittensucher** für runde Stücke, die nicht lang sind, nur an einem Ende angekernt werden sollen oder schon vollkommen bis auf Bohrungen bearbeitet sind. Wie Figur 1 zeigt, besteht der **Mittensucher** aus einem Winkel von 90°, der aus Stahl gearbeitet ist und dem ein Lineal so angesetzt ist, dass es den rechten Winkel halbirt. Es wird nunmehr das anzukernende Stück in den Winkel gelegt und an dem Lineal ein Strich mit der Reissnadel gezogen, darnach um etwa einen rechten Winkel gedreht und wiederum ein Strich gezogen. Beide schneiden sich im Mittelpunkte und werden zweckmässig ganz kurz gemacht, um die bereits bearbeitete Fläche zu schonen. Die Vorrichtung ist gewissermaassen eine mechanische Ausführung des geometrischen Satzes von den Mittelsenkrechten der Sehnen eines Kreises.

Eine andere Vorrichtung, die in Figur 2 dargestellt ist, könnte man als **Halbirungslineal** bezeichnen. Sie dient dazu, um an Stücken, die eine zylindrische oder konische Andrehung auf einer Fläche zu sitzen haben, diese Fläche so zu theilen, dass die Theilungslinie durch die Axe des Zylinders oder Konus geht. In Figur 2 ist ein derartiges Stück veranschaulicht, wie es an den Axenklemmungen geodätischer Instrumente vorkommt; der Mittelpunkt des ausgedrehten Zylinders Z ist nicht benutzbar, das ebene Stück F soll halbirt werden. Das Halbirungslineal ist nunmehr ein Winkel W von etwa 90°, dessen Halbirungslinie über den Scheitel hinausragt und dort die Kante K eines Lineales bildet; es ist aus Stahlblech angefertigt und lässt sich mit leichter Mühe auf dem Blech selbst konstruiren. Die Vorrichtung wird nun sehr einfach in der Weise benutzt, dass man den Bogen oder die Sehne ss halbirt und den Winkel so gegen den runden Ansatz Z legt, dass das Lineal K durch den Halbirungspunkt der Sehne oder des Bogens geht. Der an K gezogene Strich theilt dann die Fläche F in zwei Hälften.

Fig. 2.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang. **August 1893.** Achtes Heft.

Beiträge zur Kenntniss der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Normalelementes.

Von

Dr. **K. Kahle** in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

II.

Die Clark'schen Normalelemente, über deren Zusammensetzung und Eigenschaften im ersten Theile dieser Mittheilung auf *Seite 117 u. d. f. des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift* berichtet wurde, sind seitdem aufbewahrt worden. Sie sind sämmtlich **H**-förmig, und an ihnen wurde der Einfluss etwaiger in den einzelnen Bestandtheilen der Elemente enthaltener Verunreinigungen auf ihre elektromotorische Kraft festgestellt. Um zu erkennen, ob die kurz nach der Zusammensetzung beobachteten Eigenschaften dieser Elemente mit der Zeit Veränderungen erfahren hatten, wurden sämmtliche Elemente im April v. J. nochmals untereinander verglichen. Diese Untersuchung wurde auch noch auf einige andere, gleichfalls **H**-förmige Elemente ausgedehnt, die inzwischen hergestellt waren, und über deren Zusammensetzung in Tafel 1 berichtet wird.

Tafel 1.

Bezeichnung der Elemente	Tag der Herstellung der Elemente	Zusammensetzung des Zinkamalgams	Behandlung der Zinksulfatlösung	Sonstige Bemerkungen
Nr. 44	10. März 1892	92,8 *Hg* + 7,2 *Zn* (elektrolyt.)	Nach der Methode des Herrn Mylius gereinigt	Das benutzte Quecksilber ist elektrolyt. gewonnen
„ 45	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
„ 46	desgl.	desgl.	Durch Kochen mit *ZnO* basisch gemacht	Das benutzte Quecksilber ist zweimal destillirt
„ 47	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
„ 48	desgl.	Destillirtes Zink oberflächlich amalgamirt	Nach der Methode des Herrn Mylius gereinigt	desgl.
„ 49	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
„ 50	desgl.	Zn I von Kahlbaum oberflächlich amalgamirt	desgl.	desgl.
„ 51	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.

Zur Vornahme der Messungen wurden sämmtliche Elemente in geeigneten Sätzen nach einander mit den Elementen No. 21 und 22 in ein gemeinsames Erdölbad gesetzt und dann mit ihnen verglichen. Das Erdölbad war in dem schon im ersten Theile erwähnten Holzkasten untergebracht und wurde auf möglichst konstanter Temperatur gehalten.

Die Vergleichungen der elektromotorischen Kraft zweier Elemente selbst wurden nach einer etwas anderen Methode ausgeführt, als die im ersten Theile dieser Mittheilung beschriebene. Dieselbe hat für alle weiter unten verzeichneten Messungen Anwendung gefunden. Man schaltete die zu vergleichenden Elemente

gegeneinander und verglich ihre Differenz mit der Potentialdifferenz zweier Punkte eines Drahtes, an dessen Enden eine bekannte Potentialdifferenz herrschte. Hierbei konnten dieselben Apparate benutzt werden, wie bei den früher beschriebenen Messungen. Fig. 1 stellt die Versuchsanordnung dar. Der Akkumulator A ist durch die drei Widerstände D, M und R geschlossen. Durch R wird die Stärke des dem Akkumulator entnommenen Stromes so regulirt, dass ein an den beiden nicht zusammenstossenden Enden der Widerstände D und M anliegendes Clark'sches Element E kompensirt ist. Dasselbe gehört nicht zu denjenigen, die untereinander verglichen werden sollen. Diese beiden, E_1 und E_2, sind einander entgegengeschaltet und liegen in einem anderen Stromkreise, dessen eines Ende mit einem auf dem Drahte M verschiebbaren Kontakte und dessen anderes Ende mit einem festen Kontakte auf demselben Drahte verbunden ist. Durch den Umschalter U kann das Galvanometer G nebst dem seine Empfindlichkeit regulirenden Kurbelrheostaten K leicht in den Stromkreis des Elementes E oder in den der beiden zu vergleichenden Elemente E_1 und E_2 gelegt werden. Es dient zum Nachweise, ob der betreffende Kreis stromlos ist. Um den Einfluss etwaiger an den Schleifkontakten des Messdrahtes auftretender Thermokräfte auf die Messungen zu eliminiren, sind die Zuführungsdrähte zu ersteren durch den Kommutator C geleitet.

Fig. 1.

Die Messungen werden in folgender Weise vorgenommen. Nachdem durch Reguliren von R das Element E kompensirt ist, wird der bewegliche Kontakt so lange mit dem Messdrahte verschoben, bis die Potentialdifferenz zwischen ihm und dem festen Kontakte gleich der Differenz der elektromotorischen Kräfte der beiden zu vergleichenden Elemente ist. Die Entfernung der beiden Kontakte wird aus der Einstellung der mit ihnen verbundenen Marken auf der unter dem Drahte M angebrachten Millimetertheilung bestimmt. In der einen Lage des Kommutators C wird zur Kompensirung derselben Spannungsdifferenz der bewegliche Kontakt sich an der entgegengesetzten Seite vom festen Kontakte befinden, als in der anderen Lage. In dem einen Falle vergrössern die etwaigen Thermokräfte die Potentialdifferenz zwischen den Kontakten, im anderen verringern sie dieselbe. Das Mittel aus den beiden Einstellungen ist daher vom Einfluss dieser Kräfte frei. Bezeichnet man mit e, e_1 und e_2 die elektromotorischen Kräfte der Elemente E, E_1 und E_2 in *Volt*, mit w den Betrag des Dosenwiderstandes D und mit d denjenigen des Messdrahtes M in *Ohm*, und schliesslich mit n den mittleren Abstand der beiden Kontakte in *Millimeter*, so ist, da die Gesammtlänge des Messdrahtes 1 *m* beträgt, die Differenz der zu vergleichenden elektromotorischen Kräfte in *Volt*

$$e_1 - e_2 = \frac{0{,}001\,n}{1 + \frac{w}{d}}\,e.$$

Das Verhältniss w/d wurde zu 74,79 bestimmt, e ist gleich 1,438 *Volt* bei 15°; mithin entspricht einem Abstande der beiden Kontakte von 1 *mm* eine Spannungsdifferenz von 19×10^{-6} *Volt*.

Wären die Widerstände D und M aus demselben Materiale verfertigt gewesen, so würde das Messergebniss völlig unabhängig von ihrer Temperatur sein.

Trotzdem sie es in Wirklichkeit nicht waren, brauchte dennoch bei dem geringen Betrage der zu messenden Potentialdifferenzen ihre Temperatur nicht berücksichtigt zu werden. Das Element *E* war so aufgestellt, dass es nur geringen Temperaturschwankungen unterlag. Diese brauchten in der Regel ebenfalls nicht in Rechnung gesetzt zu werden. Nur wenn die Unterschiede in der elektromotorischen Kraft der zu vergleichenden Elemente sehr gross waren, wie z. B. bei einigen der unten näher zu beschreibenden Messungen über den Temperaturkoeffizienten der elektromotorischen Kraft, fanden sie Berücksichtigung.

Tafel 2.
Einfluss der Verunreinigungen.

Bezeichnung			Nr. 8	Nr. 9	Nr. 12	Nr. 16	Nr. 17	Nr. 19	Nr. 20	Nr. 21	Nr. 22	Nr. 23	Nr. 24	Nr. 25	Nr. 26
Elektromotorische Kraft vermindert um	die elektromotorische Kraft von Nr. 21	1. Messung	−7	−5	−6	−9	−4	+21	+20	0	−1	+39	+2	−401	+2
		2. „	−8	−4	−4	−4	0	+20	+18	0	0	+37	+4	−424	+1
		3. „	−7	−3	−4	−4	−1	+21	+19	0	−1	+38	+7	−476	+1
		Mittel	−7	−4	−5	−6	−2	+21	+19	0	−1	+38	+4	−434	+1
	den Normalwerth der elektromotorischen Kraft		−2	+1	0	−1	+3	+26	+24	+5	+4	+43	+9	−429	+6

Bezeichnung			Nr. 27	Nr. 28	Nr. 29	Nr. 30	Nr. 31	Nr. 32	Nr. 33	Nr. 34	Nr. 35	Nr. 36	Nr. 37	Nr. 38
Elektromotorische Kraft vermindert um	die elektromotorische Kraft von Nr. 21	1. Messung	−5	−5	−5	−7	−29	−22	0	−2	+2	+2	−9	−8
		2. „	−5	−6	−6	−7	−31	−24	−3	−3	+3	−2	−9	−8
		3. „	−6	−5	−4	−6	−29	−21	−4	−4	+3	−3	−9	−8
		Mittel	−5	−5	−5	−7	−30	−23	−2	−3	+3	−1	−9	−8
	den Normalwerth der elektromotorischen Kraft		0	0	0	−2	−25	−18	+3	+2	+8	+4	−4	−3

Bezeichnung			Nr. 39	Nr. 40	Nr. 41	Nr. 42	Nr. 44	Nr. 45	Nr. 46	Nr. 47	Nr. 48	Nr. 49	Nr. 50	Nr. 51
Elektromotorische Kraft vermindert um	die elektromotorische Kraft von No. 21	1. Messung	0	−4	−4	−7	−13	−16	+2	+2	+27	−6	+12	+19
		2. „	−4	−4	−6	−4	−12	−11	+2	0	+27	−7	+11	+19
		3. „	−3	−4	−4	−6	−11	−10	+3	+1	+23	−4	+11	+18
		Mittel	−2	−4	−5	−6	−12	−12	+2	+1	+26	−6	+11	+19
	den Normalwerth der elektromotorischen Kraft		+3	+1	0	−1	−7	−7	+7	+6	+31	−1	+16	+24

Die im April vorigen Jahres vorgenommene Vergleichung der früher hergestellten und der oben in Tafel 1 verzeichneten Elemente lieferte die in der vorstehenden Tafel 2 zusammengestellten Ergebnisse. Hier wie auch in allen übrigen Tafeln stellen die mitgetheilten Zahlen die gemessenen Differenzen in hunderttausendstel *Volt* dar. Es wird auffallen, dass in der Zusammenstellung manche der früher erwähnten Elemente fehlen. An Nr. 1, 3 und 5 waren in Folge häufiger Benutzung die Platinzuführungen zu den Elektroden abgebrochen*), und sie wurden erst später wieder zu Messungen herangezogen, indem man ihre Schenkel in Quecksilbernäpfe stellte. Nr. 2, 4, 6, 7, 13, 14, 15 und 43 wurden zu anderen

*) Man vermeidet diesen Uebelstand, wenn man nach Lord Rayleigh die Zuführungen an ihrer Austrittsstelle vermittels Siegellack an der Glaswand festkittet.

Messungen, die gleichzeitig stattfanden, verwandt, und Nr. 18 war fortgegeben worden. Nr. 10 und 11 enthielten bekanntlich ungereinigte Zinksulfatlösung; dieselbe hatte zu Gasentwickelung an der Zinkelektrode Veranlassung gegeben, sodass der Stromkreis der Elemente unterbrochen war. Für jedes der übrigen Elemente sind die Ergebnisse dreier Vergleichungen mit Nr. 21 mitgetheilt, die an verschiedenen, meist auf einander folgenden Tagen angestellt wurden. Sie sind zu einem Mittel zusammengefasst. Aus den mittleren Differenzen der elektromotorischen Kraft der normal hergestellten Elemente Nr. 8, 9, 12, 27, 28, 29 und 30 gegen Nr. 21 wurde wieder das Mittel genommen, und aus den früher gewonnenen Zahlen die Differenz der einzelnen Elemente gegen diesen als Normalwerth der elektromotorischen Kraft betrachteten Mittelwerth abgeleitet.

Unterschiede der elektromotorischen Kraft der einzelnen Elemente gegen diesen Normalwerth, welche 0,0001 *Volt* überschreiten, finden nur statt für die Elemente No. 19 und 20, bei denen dem Zinksulfat Magnesiumsulfat zugesetzt ist, für die Elemente Nr. 23 und 25 und Nr. 31 und 32, deren negative Elektrode Beimengungen von positiveren Metallen als Zink (Magnesium bezw. Natrium) enthält, und für einige der Elemente Nr. 48 bis 51, bei denen das Zink nur oberflächlich amalgamirt ist. Diese Ergebnisse sind im Wesentlichen dieselben, welche im ersten Theile dieser Mittheilung kurz nach der Herstellung der Elemente gefunden wurden, und geben zu folgenden Bemerkungen Anlass.

Das käufliche Zink enthält keine positiveren Metalle, die störend auf die elektromotorische Kraft des Elementes wirken könnten. Vermeidet man die Unregelmässigkeiten, welche eine oberflächliche Amalgamirung mit sich bringt, durch Verwendung eines festen Amalgams, so dürfte die negative Elektrode des Elementes weiter keine Fehlerquellen in sich bergen. Zu bemerken ist jedoch noch, dass die Verunreinigungen des Zinks durch negativere Metalle Lokalströme von so geringer Stärke erzeugen können, dass sie auf die elektromotorische Kraft des Elementes auch ohne merklichen Einfluss sind, jedoch nach längerer Zeit zur Entstehung kleiner Gasbläschen Veranlassung geben, die dann schliesslich die Elektrode vom Elektrolyten trennen. Während bei Verwendung reinsten Zinks und neutraler Zinksulfatlösung diese Gasentwickelung an den hergestellten Elementen bisher noch nicht bemerkt werden konnte, trat sie trotz Verwendung derselben Zinksulfatlösung bei fast allen Elementen mit verunreinigtem Zink und besonders bei den Elementen mit arsenhaltigem Zink auf. Man thut daher gut, auf die Reinheit des Zinks grosse Sorgfalt zu legen. Gutes käufliches Zinksulfat hat niemals so starke Beimengungen anderer Salze enthalten, dass durch dieselben die elektromotorische Kraft des Elementes beeinflusst werden könnte. Streng zu beachten ist jedoch, dass das Zinksulfat völlig neutral ist. Die Anwesenheit freier Säure erniedrigt, wie wir im ersten Theile gesehen, die elektromotorische Kraft um einige zehntausendstel *Volt* und ruft eine Gasentwickelung an der negativen Elektrode hervor, die bei der hier gewählten Form des Elementes eine Unterbrechung seines Stromkreises herbeiführen kann.

Das als positive Elektrode dienende Quecksilber muss natürlich möglichst rein sein und liefert dieselben Ergebnisse, ob es destillirt oder elektrolytisch gewonnen ist. Das erste Verfahren ist jedoch das einfachere. Das käufliche Quecksilberoxydulsulfat bietet keine Schwierigkeiten. Es wirkt nur soweit auf die elektromotorische Kraft, als es gelöst ist. Da es selbst fast unlöslich ist, kann man leicht alle störenden Beimengungen durch Auswaschen entfernen. Man hat

nur darauf zu achten, dass es keine freie Säure enthält und dass es durch zu starkes Auswaschen nicht basisch und dadurch gelb gefärbt wird. Etwa beigemengtes Quecksilberoxydsulfat wird durch Verreiben mit Quecksilber in das Oxydulsalz verwandelt und unschädlich gemacht. Bezüglich näherer Einzelheiten über die Behandlung der im Elemente zu verwendenden Chemikalien wird auf meine Mittheilung „Vorschriften zur Herstellung des Clark'schen Normalelementes“ auf *Seite 191 dieses Jahrganges dieser Zeitschrift* verwiesen.

Aus dem Gesagten folgt, dass sich bei der Zusammensetzung der Elemente ohne grössere Schwierigkeiten die störenden Einflüsse ausschliessen lassen, welche von Verunreinigungen in den Bestandtheilen des Elementes herrühren können. Wir wenden uns jetzt zur Betrachtung der mit gut gereinigten Chemikalien hergestellten **H**-Elemente und wollen ermitteln, wie es mit der Konstanz und Reproduzirbarkeit der Eigenschaften dieser Elemente bestellt ist. Für diesen Zweck wurden ausser den früher mit reinen Chemikalien hergestellten Elementen in bestimmten Zeiträumen neue Elemente zusammengesetzt, deren Bestandtheile neu bezogen und dann dem üblichen Reinigungsverfahren unterworfen waren. All diese Elemente wurden in den Monaten Januar bis April dieses Jahres untereinander verglichen. Sie wurden in geeigneten Sätzen nach einander in ein Erdölbad gesetzt, das dauernd die **H**-förmigen Elemente Nr. 4, 6 und 7 und einige anders geformte enthielt. Das Bad hatte an einem Orte Aufstellung gefunden, an dem es nur äusserst geringen Temperaturschwankungen ausgesetzt war. Die einzelnen Elemente wurden dann in der bekannten Weise an mehreren aufeinander folgenden Tagen mit einem der dauernd im Bade befindlichen Elemente verglichen. Ebenso wurden während der ganzen Zeit die Differenzen bestimmt, welche zwischen den elektromotorischen Kräften der dauernd im Bade aufgestellten Elemente herrschten, und aus der Unveränderlichkeit derselben auf die Konstanz des absoluten Betrages der elektromotorischen Kraft dieser Elemente geschlossen.

Tafel 3 enthält eine Zusammenstellung der gefundenen Ergebnisse in hunderttausendstel *Volt*. Sie enthält wieder für jedes Element drei Messungen, die zu Mittelwerthen zusammengefasst sind. Für die älteren Elemente, welche bis Januar 1892 hergestellt sind, ist aus diesen Werthen wiederum ein Mittel gebildet, und als Endergebniss sind die Abweichungen der elektromotorischen Kraft der einzelnen Elemente von diesem Normalwerthe mitgetheilt.

Tafel 3.

Konstanz und Reproduzirbarkeit der **H**-förmigen Elemente.

	Bezeichnung		Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 12	Nr. 15	Nr. 27	Nr. 28	Nr. 30	Nr. 43
	Zeit der Herstellung		November 1891							Dezember 1891				Januar 1892			
Elektromotorische Kraft vermindert um	die elektromotorische Kraft von Nr. 4	1. Messung	+3	+7	−6	0	−4	0	+2	−9	−7	−2	−5	−7	−8	−5	−11
		2. „	+1	−2	−5	0	−2	+2	+2	−11	−4	+2	−4	−2	−3	−4	−6
		3. „	−1	+7	−4	0	—	+5	+2	−4	−7	−2	−6	−4	−5	−2	−6
		Mittel	+1	+4	+5	0	−3	+2	+2	−8	−6	−1	−5	−4	−5	−4	−8
	den Normalwerth der elektromotorischen Kraft		+4	+7	−2	+3	0	+5	+5	−5	−3	+2	−2	−1	−2	−2	−6

Bezeichnung			Nr. 52	Nr. 53	Nr. 54	Nr. 55	Nr. 60	Nr. 61	Nr. 62	Nr. 63	Nr. 65	Nr. 67	Nr. 69	Nr. 70	Nr. 71	Nr. 72
Zeit der Herstellung			19. Mai 1892				22. Juli 1892				8. und 9. Februar 1893					
Elektromotorische Kraft vermindert um	die elektromotorische Kraft von Nr. 4	1. Messung	−5	−4	−5	−4	−2	−6	−4	−7	−6	+1	+9	+5	−4	+4
		2. „	+2	+3	+3	+3	+3	−1	+1	−2	−2	0	+10	+9	−3	+1
		3. „	+2	+3	+2	+3	−6	−12	−7	−6	−8	−8	+2	+1	−13	−10
		Mittel	0	+1	0	+1	−2	−6	−3	−5	−5	−2	+7	+5	−7	−2
	den Normalwerth der elektromotorischen Kraft		+3	+4	+3	+4	+1	−3	0	−2	−2	+1	+10	+8	−4	+1

Obwohl also die untersuchten Elemente zu verschiedenen Zeiten und mit verschiedenen Materialien hergestellt waren, so zeigt doch die elektromotorische Kraft keines derselben eine Abweichung vom Normalwerthe, der 0,0001 *Volt* überschreitet. Die mittlere Abweichung der elektromotorischen Kraft vom Normalwerthe beträgt ± 0,00004 *Volt*, und nur die beiden Elemente Nr. 69 und 70 zeigen eine diesen Betrag erheblich überschreitende Abweichung, die weiter unten erklärt werden soll. Hiernach weicht die elektromotorische Kraft der mit gut gereinigten Chemikalien hergestellten Clark'schen Elemente nicht um 0,0001 *Volt* von ihrem Sollwerthe ab und hat im Laufe von $1^1/_2$ Jahren keine Veränderung erlitten, die 0,0001 *Volt* übersteigt.

Ueber die Entstehung der am 8. und 9. Februar d. J. hergestellten Elemente sind noch einige Bemerkungen hinzuzufügen. Den bisher behandelten **H**-förmigen Elementen haftet der Mangel an, dass sie nur am Orte ihrer Herstellung zu benutzen sind, da beim Versenden leicht Theile der negativen Elektrode zur positiven gelangen können. Dies ist ausgeschlossen, wenn man das ganze Gefäss des Elementes, soweit es nicht durch die Elektroden eingenommen wird, mit der Paste füllt, und das flüssige Quecksilber durch ein amalgamirtes Platinblech ersetzt. Die Paste besitzt hinreichende Widerstandsfähigkeit, um auszuschliessen, dass Theile vom festen Zinkamalgam sie durchdringen und zur positiven Elektrode gelangen. Die Einführung eines amalgamirten Platinbleches an Stelle des Quecksilbers hat keinen Einfluss auf die elektromotorische Kraft.

In dieser Weise sind die **H**-förmigen Elemente Nr. 13 und 14 hergestellt, über die schon im ersten Theile dieser Abhandlung berichtet ist; sie enthalten jedoch Quecksilber als positive Elektrode. Ferner gehören hierhin vier Elemente von der durch Fig. 2 hergestellten Form. Ihr Gefäss hat vorwiegend zylindrische Gestalt, besitzt im Boden eine kleine Vertiefung zur Aufnahme des Zinkamalgams und läuft oben in ein Glasrohr aus. Als positive Elektrode dient ein amalgamirtes Platinblech, das an der Seite des Gefässes eingeschmolzen ist; die Paste bildet den übrigen Inhalt und reicht bis zur Mündung des engen Rohres. Dieses ist unten durch eine Paraffinschicht vorläufig verschlossen und wird dicht über derselben zugeschmolzen. Zahlen über die elektromotorische Kraft dieser Elemente, sowie über diejenige von Nr. 13 und 14 finden sich weiter unten in Tafel 8.

Fig. 2.

Die elektromotorische Kraft solcher Elemente, in denen die Paste das Zink unmittelbar berührt, ist im allgemeinen um etwa 0,0001 *Volt* kleiner als diejenige der **H**-förmigen Elemente in der üblichen Ausführung. Sie zeigt jedoch häufig erhebliche Abweichungen von diesem Normalwerthe, die sprungweise auftreten,

und kehrt dann ebenso plötzlich wieder auf den richtigen Werth zurück. Diese Unregelmässigkeiten sind wohl auf die unmittelbare Berührung zwischen Zinkamalgam und Paste zurückzuführen. Das erstere wird hierbei allmälig gelöst und dafür metallisches Quecksilber und Zinksulfat gebildet. Es ist anzunehmen, dass dieser chemische Prozess, der bald stärker bald schwächer auftritt, die plötzlich auftretenden Aenderungen in der elektromotorischen Kraft des Elementes hervorruft.

Diesem Uebelstande wurde dadurch erfolgreich abgeholfen, dass man vor dem Einfüllen der Paste das Zinkamalgam mit einer Schicht von Zinksulfatkrystallen überdeckte, welche für erstere eine schwer durchdringbare Wand bilden. Bei dieser Art der Füllung sind die oben beschriebenen Störungen niemals bemerkt worden, und sie wurde deshalb in den oben erwähnten „*Vorschriften u. s. w.*" als zweckmässig empfohlen, um die Elemente von der dort angegebenen Form zum Versenden geeignet zu machen.

In dieser Weise sind die Elemente Nr. 65, 67, 71 und 72 hergestellt, während die Elemente Nr. 69 und 70 in der üblichen Weise das Quecksilberoxydulsulfat nur an der positiven Elektrode enthalten. Man sieht aus den mitgetheilten Messungsergebnissen, dass, während die elektromotorische Kraft der vier zuerst genannten Elemente um wenige hunderttausendstel *Volt* höher oder niedriger als der Normalwerth ist, diejenige von Nr. 69 und 70 ihn um nahezu 0,0001 *Volt* überschreitet. Es rührt dies wohl daher, dass die Messungen nicht allzulange Zeit nach der Herstellung der Elemente vorgenommen wurden, und ist aus dem verschiedenen Gehalt der Zinksulfatlösung an gelöstem Quecksilberoxydulsulfat zu erklären. Denn wenn auch die Hauptwirksamkeit des letzteren Salzes in der Depolarisation der positiven Elektrode besteht, so dürfte es doch auch nicht ohne Einfluss auf die negative Elektrode sein, da es das Bestreben hat, sie aufzulösen und dafür metallisches Quecksilber zu bilden. Bei den Elementen, die nur an der positiven Elektrode Quecksilberoxydulsulfat enthalten, wird jedenfalls längere Zeit vergehen, bis sich die Zinksulfatlösung mit diesem Salze gesättigt hat, als bei den Elementen, in denen es sich über der negativen Elektrode befindet und nur durch eine Schicht von Zinksulfatkrystallen von ihr getrennt ist. Es dürfte daher wohl die Annahme berechtigt sein, dass die Zeit, die zwischen der Herstellung der Elemente Nr. 69 und 70 und der Messung ihrer elektromotorischen Kraft verfloss, auch nicht genügte, um gelöste Theile des Quecksilberoxydulsulfates zur negativen Elektrode gelangen zu lassen, während die übrigen vier gleichzeitig hergestellten Elemente bereits einen endgiltigen Zustand erreicht hatten. Um zu bewirken, dass die Elemente, bei denen nur die positive Elektrode mit der Paste überdeckt ist, schneller den endgiltigen Werth ihrer elektromotorischen Kraft annehmen, kann man das Zinksulfat vor seiner Verwendung mit Quecksilberoxydulsulfat sättigen, wie es auch in den schon oben erwähnten „Vorschriften über die Herstellung von Clark'schen Elementen" empfohlen ist.

Dass die Elemente kurz nach ihrer Herstellung eine höhere elektromotorische Kraft besitzen, die jedoch allmälig auf den richtigen Werth sinkt, soll auch durch eine Messungsreihe bewiesen werden, die an den Elementen Nr. 52, 53, 54 und 55 sofort nach ihrer Herstellung vorgenommen wurde. Die Elemente sind am 19. Mai 1892 in der gewöhnlichen Weise hergestellt und standen wieder mit den Normalen, an die sie angeschlossen wurden, in einem gemeinsamen Erdölbade, das vor Temperaturschwankungen geschützt war. Tafel 4 enthält die Abweichungen ihrer elektromotorischen Kraft vom Normalwerthe in hunderttausendstel *Volt*.

Tafel 4.

Verhalten der H-förmigen Elemente kurz nach ihrer Herstellung.

Tag der Beobachtung		19. Mai	20. Mai	21. Mai	23. Mai	25. Mai	29. Mai	31. Mai	7. Juni	17. Juni
Normalwerth der elektromotorischen Kraft vermindert um die elektromotorische Kraft von	Nr. 52	− 29	− 28	− 25	− 21	− 15	− 11	− 11	− 11	− 11
	Nr. 53	− 28	− 26	− 25	− 22	− 14	− 9	− 11	− 10	− 10
	Nr. 54	− 29	− 29	− 26	− 21	− 15	− 9	− 9	− 11	− 10
	Nr. 55	− 24	− 23	− 20	− 12	− 12	− 11	− 13	− 9	− 9

Ob die anfänglichen Differenzen ausschliesslich darauf zurückzuführen sind, dass das Quecksilberoxydulsulfat noch nicht völlig in Wirksamkeit getreten ist, erscheint zweifelhaft, wahrscheinlich war anfangs auch noch nicht genügend Zinksulfat in Lösung gegangen. Jedenfalls geht hieraus hervor, dass endgiltige Werthe für die elektromotorische Kraft keineswegs vor Ablauf eines Monats nach Herstellung der Elemente mitgetheilt werden sollten.

Alle bisherigen Untersuchungen bezogen sich auf H-förmige Elemente, wir wenden uns jetzt zur Betrachtung anders geformter Elemente und wollen feststellen, in welchem Umfange ihre Eigenschaften konstant und reproduzirbar sind. Wir behandeln zunächst die von Herrn Dr. Feussner angegebene und durch Fig. 3 dargestellte Form, über welche hier umfangreiche Erfahrungen vorliegen. Als positive Elektrode dient in ihm ein amalgamirtes Platinblech, zu welchem ein durch ein Glasrohr geschützter Platindraht führt. Das Platinblech ist von der Paste umgeben und mit dieser in einer Thonzelle untergebracht, die verhindert, dass Theile der negativen Elektrode zur positiven gelangen können. Der Zinkstab ist unten umgebogen; den vertikalen Theil schützt ein Glasrohr, welches mit Paraffin ausgegossen ist, vor der Berührung mit der Zinksulfatlösung; der horizontale Theil ist amalgamirt und wird von Zinksulfatkrystallen überdeckt. Den übrigen Theil des Gefässes füllt konzentrirte Zinksulfatlösung aus. Zum Verschluss des Elementes dient ein Kork, in dem auch die Thonzelle und der Zinkstab befestigt sind. Derselbe ist zur besseren Dichtung mit einer harzigen Masse überschüttet und vor der Berührung mit dem Zinksulfat durch eine auf letzteres gegossene Paraffinschicht geschützt.

Fig. 3.

Von diesen Elementen wurden hier eine grosse Anzahl verfertigt, und es soll im Folgenden über Messungen berichtet werden, die an einigen derselben angestellt wurden. Von der Konstanz der elektromotorischen Kraft dieser Elemente dürften die in Tafel 5 mitgetheilten Messungsergebnisse ein Bild geben. Nr. 72 und 74 sind zwei beliebig ausgewählte Elemente dieser Form, die wenigstens ein Jahr vor Anstellung der ersten hier mitgetheilten Messungen verfertigt waren. Sie standen während der gesammten Dauer aller hier beschriebenen Messungen mit drei H-förmigen Elementen Nr. 4, 6 und 7 in einem gemeinsamen Erdölbade von möglichst konstanter Temperatur. An jedem Tage, an dem zu irgend einem Zwecke Messungen an anderen Elementen vorgenommen wurden, fanden auch Vergleichungen dieser Elemente unter einander statt. Aus der grossen Reihe der so erhaltenen Zahlen sind nun solche ausgewählt, welche in Zeitpunkten gewonnen wurden, die

um etwa drei Monate auseinander liegen, Tafel 5 enthält die Ergebnisse; die eingetragenen Zahlen bedeuten wieder hunderttausendstel *Volt*.

Tafel 5.
Vergleichung Feussner'scher und H-förmiger Elemente.

Tag der Beobachtung		20. April 1892	21. April 1892	22. April 1892	21. Juli 1892	22. Juli 1892	23. Juli 1892	25. Okt. 1892	31. Okt. 1892	1. Nov. 1892
Temperatur in Grad		14,6	14,4	14,9	17,2	17,2	17,4	14,1	16,1	16,4
Elektromotorische Kraft von Nr. 4 vermindert um diejenige von	Nr. 72	−30	−34	−32	−28	−30	−30	−35	−64	−64
	Nr. 74	−44	−49	−51	−34	−36	−39	−41	−67	−70
	Nr. 6	0	− 1	0	+ 6	+ 4	+ 2	+ 3	− 6	− 3
	Nr. 7	− 2	− 2	0	+ 4	0	0	− 3	− 3	0

Tag der Beobachtung		28. Jan. 1893	30. Jan. 1893	31. Jan. 1893	14. April 1893	17. April 1893	19. April 1893	12. Juli 1893	13. Juli 1893	14. Juli 1893
Temperatur in Grad		16,8	16,2	16,4	18,9	18,3	18,1	20,3	20,7	20,8
Elektromotorische Kraft von Nr. 4 vermindert um diejenige von	Nr. 72	−93	−77	−81	−59	−49	−47	−47	−49	−51
	Nr. 74	−92	−80	−86	−51	−42	−40	−44	−43	−42
	Nr. 6	+ 3	+ 4	+ 1	− 2	+ 3	+ 2	− 6	− 4	− 5
	Nr. 7	− 2	− 3	− 2	0	0	0	− 3	− 4	− 4

Man erkennt aus den mitgetheilten Zahlen, dass die elektromotorische Kraft der Feussner'schen Elemente um mehrere zehntausendstel *Volt* höher als die der H-förmigen ist, und dass sie gewissen Schwankungen unterliegt. Für alle Elemente der zuerst genannten Form wurde diese höhere elektromotorische Kraft gefunden, welche diejenige der H-förmigen Elemente im Mittel um etwa 0,0003 *Volt* übersteigt. Der Grund für diese Abweichung kann nach meiner Ansicht nur darin liegen, dass sich die positive Elektrode nicht in gesättigter Lösung befindet. Bei dem gleichartigen Verhalten sämmtlicher Elemente scheint es, als sei die Thonzelle von Einfluss auf die in ihrem Innern herrschende Konzentration. Die verschiedenen Werthe, welche für die Differenz der beiden Arten von Elementen gefunden wurden, sind darauf zurückzuführen, dass die Temperaturverhältnisse vor und bei den Messungen zu den verschiedenen Zeiten nicht dieselben waren. Wir werden auf diesen Punkt am Schlusse dieser Mittheilung noch einmal zurückkommen. Trotzdem die Elemente aufs sorgfältigste vor Temperaturänderungen geschützt waren, konnte man also doch ihre elektromotorische Kraft bei weitem nicht auf 0,0001 *Volt* verbürgen. Sie schwankt um einen Mittelwerth und ist höher oder tiefer als dieser, je nachdem die Messungen in einer Periode langsam steigender oder fallender Temperatur vorgenommen sind. Könnte man auch die geringsten Temperaturänderungen ausschliessen, so dürfte nach allen hier gesammelten Erfahrungen die elektromotorische Kraft der Feussner'schen Elemente wohl die gleiche Konstanz wie diejenige der H-förmigen Elemente besitzen, wenn bei Herstellung beider dieselbe Sorgfalt angewendet ist.

Um einen ungefähren Begriff zu geben, mit welcher Genauigkeit sich die elektromotorische Kraft der Feussner'schen Elemente reproduziren lässt, werden im Folgenden die Ergebnisse einer Vergleichung von 11 am 9. Juli v. J. hergestellten Elementen dieser Form mit einem älteren gleichgeformten Elemente mitgetheilt, dessen elektromotorische Kraft den für diese Elemente normalen Betrag

hatte. Die zu vergleichenden Elemente standen in einem gemeinsamen Erdölbade von möglichst konstanter Temperatur. Tafel 6 enthält die gemessenen Differenzen in hunderttausendstel *Volt*.

Tafel 6.

Reproduzirbarkeit der Feussner'schen Elemente.

Bezeichnung der Elemente		Elektromotorische Kraft eines älteren Feussner'schen Elementes vermindert um diejenige von										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Tag der Beobachtung	12. Juli 1892	+30	+13	+23	+11	+29	+30	+13	+29	+19	+13	+15
	13. Juli 1892	+30	+15	+27	+13	+30	+32	+13	+30	+21	+15	+21
	15. Juli 1892	+34	+19	+30	+15	+30	+34	+13	+29	+19	+13	+17
	16. Juli 1892	+30	+15	+29	+ 9	+25	+30	+ 8	+25	+ 6	+ 2	+ 6
Mittel		+31	+16	+27	+12	+28	+32	+12	+28	+16	+11	+15

Sämmtliche neu hergestellten Elemente haben im Mittel eine um etwa 0,0002 *Volt* niedrigere elektromotorische Kraft als das ältere Element derselben Form, zeigen jedoch von diesem Mittelwerth nur Abweichungen, die im Mittel unter 0,0001 *Volt* bleiben. Auch bei anderen Elementen dieser Form zeigte sich, dass ihre elektromotorische Kraft im Gegensatz zu derjenigen der **H**-förmigen Elemente anfangs einen niedrigeren Werth als später besitzt. Es ist dies wohl daher zu erklären, dass die Lösung im Innern der Thonzelle anfangs konzentrirt ist, allmählich jedoch eine geringere Sättigung annimmt. Bei der Herstellung dieser Elemente wurde jedoch nicht immer eine so gute Uebereinstimmung erzielt wie in dem hier mitgetheilten Falle. Obwohl stets die grösste Sorgfalt bei der Zusammensetzung der Elemente angewandt wurde, zeigten sich dennoch häufiger Unterschiede in der elektromotorischen Kraft der gleichzeitig hergestellten Elemente, die mehrere zehntausendstel *Volt* betrugen, so dass in Anbetracht ihrer Reproduzirbarkeit die **H**-förmigen Elemente den zuletzt betrachteten unbedingt vorzuziehen sind.

Fig. 4.

Wir gehen jetzt zu der in England allgemein üblichen Form des Clark'schen Elementes über, die in Fig. 4 abgebildet ist. Die ursprünglich von Latimer Clark[1]) im Jahre 1874 angegebene Form ist dort beibehalten und vom *Board of Trade* als Normalform angenommen worden. Die englischen Untersuchungen über das Clark'sche Element, unter denen ausser den schon häufiger erwähnten von Lord Rayleigh besonders die von den Herren Glazebrook und Skinner[2]) zu nennen sind, beziehen sich hauptsächlich auf diese Form. Das Gefäss des Elementes ist ein zylindrisches Glas, auf dessen Boden sich Quecksilber als positive Elektrode befindet. Sie ist mit der Paste überdeckt, welche Zinksulfatkrystalle im Ueberschuss enthält. Der obere Theil des Gefässes ist mit konzentrirter Zinksulfatlösung gefüllt, in welche die negative Elektrode, ein amalgamirter Zinkstab, taucht. Den Verschluss des Gefässes bildet ein Kork, der zur besseren Dichtung mit einer harzigen Masse, „marine glue" genannt, übergossen ist. Er

[1]) *Phil. Trans. 164. (1874). S. 1.*
[2]) *Phil. Trans. 183. (1892). S. 567.*

trägt den Zinkstab und einen in ein Glasrohr eingeschmolzenen Platindraht, der zum Quecksilber führt.

Die Nachtheile dieser Form fallen sofort ins Auge. Einmal können leicht Theile des Zinkstabes in das Quecksilber fallen und werden eine wesentliche Veränderung der elektromotorischen Kraft des Elementes verursachen. Zum andern befinden sich nicht alle Theile des Zinkstabes in gesättigter Zinksulfatlösung. Die durch den letzten Umstand bedingten Abweichungen der elektromotorischen Kraft vom richtigen Werthe werden sich besonders bei starkem Steigen der Temperatur geltend machen.

Ueber den Ursprung und die Herstellung der im Nachstehenden behandelten Elemente dieser Form ist Folgendes zu bemerken. Die mit E_1, E_2, E_3 und E_4 bezeichneten Elemente, sowie zwei andere gleicher Form, welche die Reise von England nach hier nicht überstanden, verdanke ich der Güte des Herrn Glazebrook. Sie sind in Cambridge zusammengesetzt. Die Elemente I bis V sind hier Anfang September 1892 unter Befolgung der englischen Vorschriften verfertigt. Sie unterscheiden sich jedoch von den englischen Elementen dadurch, dass bei ihnen der obere Theil des geraden, gut amalgamirten Zinkstabes durch ein mit Paraffin ausgegossenes Glasrohr geschützt ist.

Diese Elemente wurden nun in der üblichen Weise mit einer Reihe normal hergestellter H-förmiger Elemente verglichen, die mit ihnen in einem gemeinsamen Erdölbade von konstanter Temperatur standen. Tafel 7 enthält die Ergebnisse der Messungen, die sich über einen Zeitraum von 9 Monaten erstrecken. Die Abweichungen der elektromotorischen Kraft vom Normalwerthe sind in hunderttausendstel *Volt* mitgetheilt. An Element E_3 und V konnten an einigen Tagen keine Messungen angestellt werden, da sich die Drähte, welche von den Polen derselben aus dem Thermostaten führten, gelöst hatten und ohne Störung der übrigen Elemente nicht wieder befestigt werden konnten.

Tafel 7.

Konstanz und Reproduzirbarkeit der englischen Elemente.

Tag der Beobachtung	Normalwerth der elektromotorischen Kraft vermindert um die elektromotorische Kraft von								
	E_1	E_2	E_3	E_4	I	II	III	IV	V
14. September 1892	+ 50	+ 54	−10	+ 17	−23	− 25	+ 52	+ 56	− 15
15. September 1892	+ 49	+ 29	−16	+ 13	−23	− 22	+ 55	+ 59	− 17
31. Oktober 1892 ..	+ 7	− 19	−21	− 15	− 3	+ 13	+ 42	+ 6	+ 21
1. November 1892	+ 6	− 25	—	− 15	− 3	+ 14	+ 42	+ 6	+ 23
10. November 1892	+257	0	—	+167	− 7	+101	+131	+158	+148
12. November 1892	+205	+141	—	+101	− 14	+ 72	+ 72	+100	+ 97
19. April 1893	+265	+534	− 5	+150	0	+132	+ 29	+521	—
14. Juni 1893	+188	+ 50	− 8	+ 96	− 4	+ 86	+ 32	+274	—
17. Juni 1893	+367	+ 44	−11	+ 80	+ 1	+ 93	+ 36	+240	—

Hiernach bestehen sowohl zwischen den gleichzeitig bestimmten Werthen der elektromotorischen Kraft der verschiedenen Elemente erhebliche Abweichungen, als auch zwischen den an verschiedenen Tagen gemessenen Werthen der elektromotorischen Kraft der einzelnen Elemente. Die Unregelmässigkeiten, die sich an den in England hergestellten Elementen geltend machen, könnten darin begründet

sein, dass sie durch die Ueberführung nach hier gelitten hätten. Da sich jedoch die hier mit grösster Sorgfalt hergestellten Elemente (das mit I bezeichnete vielleicht ausgenommen) in gleicher Weise verhielten, während über 100 hier hergestellte Elemente anderer Form niemals derartige Unterschiede aufwiesen, so dürften diese Unregelmässigkeiten doch wohl in der ganzen Anordnung des Elementes begründet sein. Die eigentliche Ursache dafür ist schwer anzugeben, da wohl verschiedene Einflüsse gleichzeitig störend wirken, die nicht von einander zu trennen sind. Da die elektromotorische Kraft fast durchweg zu niedrig ist, so dürfte die hauptsächliche Ursache für diese Abweichungen vielleicht darin zu suchen sein, dass sich selbst beim ruhigen Stehen des Elementes Theilchen vom Zink ablösen und zur positiven Elektrode gelangen. Hierdurch würde die elektromotorische Kraft anfangs eine Erniedrigung erfahren, allmählich jedoch ihren richtigen Werth wieder annehmen, da durch die Wirkung der Paste das Zink an der Oberfläche der positiven Elektrode gelöst wird. Wie dem auch sei, jedenfalls beweisen die oben mitgetheilten Zahlen, dass das Clark'sche Element in der vom *Board of Trade* empfohlenen Form hinsichtlich der Reproduzirbarkeit und Konstanz seiner elektromotorischen Kraft keineswegs die Anforderungen erfüllt, die an ein Normal für die Spannung zu stellen sind, während es in der **H**-Form den weitgehendsten Ansprüchen genügt.

Haben wir bisher die Unterschiede der elektromotorischen Kraft von verschieden geformten Elementen festgestellt, die sich auf gleicher Temperatur befanden, so wollen wir jetzt das Verhalten der elektromotorischen Kraft dieser Elemente bei verschiedenen Temperaturen feststellen. Zunächst kommt es darauf an, den Temperaturkoeffizienten der elektromotorischen Kraft der als Clark'sches Element definirten Kette (Zink, konzentrirtes Zink- und Quecksilberoxydulsulfat, Quecksilber) genau zu ermitteln. Zu diesem Zwecke wurde eine Anzahl verschieden geformter Elemente in einem gemeinsamen Erdölbade verschiedenen Temperaturen ausgesetzt, und die elektromotorische Kraft dieser Elemente mit derjenigen einer anderen Anzahl gleichfalls verschieden geformter Elemente verglichen, die in einem zweiten gemeinsamen Erdölbade von möglichst konstanter Temperatur aufgestellt waren.

Um die zuerst genannten Elemente auf beliebigen, möglichst konstanten Temperaturen halten zu können, wurde das Erdölbad, in dem sie Aufstellung gefunden hatten, in einem Rohrbeck'schen Thermostaten mit Thermoregulator untergebracht. Das Erdölbad mit dem anderen Satz Elemente befand sich in dem schon im ersten Theile dieser Mittheilung erwähnten Kasten mit doppelten Holzwänden. Die Temperatur änderte sich in beiden Bädern von einem Tage zum anderen selten um mehr als einen Grad, während einer Messungsreihe blieben die Schwankungen gewöhnlich unter einem zehntel Grade.

Das im Thermostaten aufgestellte Erdölbad enthielt fünf Elemente von **H**-Form, welche die Bezeichnungen Nr. 2, 13, 14, 15 und 43 trugen, drei Elemente der oben durch Fig. 2 dargestellten Form mit den Bezeichnungen I, II und IV und schliesslich noch drei Elemente der von Herrn Dr. Feussner angegebenen Form, die mit Nr. 42, 69 und 70 bezeichnet sind. Das zweite Erdölbad, das auf konstanter Temperatur gehalten wurde, enthielt drei **H**-Elemente mit der Bezeichnung Nr. 4, 6 und 7, ein mit III bezeichnetes Element von gleicher Ausführung wie I, II und IV und ferner zwei Elemente von der Feussner'schen Form, welche die Bezeichnung Nr. 72 und 74 führten. Die **H**-Elemente und die Feussner'schen Nr. 72 und 74 sind bereits oben erwähnt; die mit Nr. 12 und 13 bezeichneten **H**-Elemente sind, wie oben bemerkt, ganz mit Paste gefüllt. Die Bestandtheile sämmtlicher

Elemente sind gut gereinigt. Die englischen Elemente wurden nicht mit zu dieser Untersuchung herangezogen, da ich zu der Zeit noch nicht im Besitz derselben war.

Zur Bestimmung der Temperatur der Bäder dienten von Herrn Fuess verfertigte Thermometer. Sie befanden sich dauernd in den Bädern und konnten, ohne dabei die Temperatur zu beeinflussen, abgelesen werden. Das im Thermostaten befindliche Thermometer war in zehntel Grade getheilt und trug die Nr. 360, das im Kasten für konstante Temperatur befindliche war in fünftel Grade getheilt und mit Nr. 175 bezeichnet. Beide waren in der thermometrischen Gruppe der Reichsanstalt geprüft worden.

Um die nöthigen elektrischen Messungen vornehmen zu können, führten Drähte von den Polen der einzelnen Elemente durch die Wandung des Thermostaten bezw. Kastens nach Aussen.

Die Vergleichung der elektromotorischen Kräfte der im Thermostaten aufbewahrten Elemente mit den auf konstanter Temperatur befindlichen wurde erst dann vorgenommen, wenn die Temperatur im Thermostaten mehrere Tage einen konstanten Werth gehabt hatte. Es wurden dann diese Messungen für dieselbe Temperatur an mehreren, gewöhnlich drei aufeinanderfolgenden Tagen wiederholt. Die einzelnen Temperaturen, bei denen gemessen wurde, lagen zwischen 12 und 28° und waren um etwa 3° von einander entfernt. Anfangs wurde bei steigender, später bei fallender Temperatur beobachtet.

Eine Messungsreihe umfasste die folgenden Beobachtungen. Nachdem zunächst die Temperatur in beiden Bädern bestimmt war, wurden die auf konstanter Temperatur befindlichen Elemente untereinander verglichen und zwar Nr. 72 mit jedem der anderen. Hierauf wurde Nr. 72 mit Nr. 69 verglichen, sodann Nr. 69 mit den übrigen im Thermostaten stehenden Elementen und endlich wieder Nr. 72 mit Nr. 69. Zum Schlusse wurde nochmals die Temperatur der beiden Bäder gemessen.

Sämmtliche Vergleichungen der elektromotorischen Kraft zweier Elemente wurden nach der oben beschriebenen Methode ausgeführt.

Tafel 8 enthält die Ergebnisse der Messungen. Als Temperaturen sind die Mittel der am Anfang und am Schlusse jeder Beobachtungsreihe gemessenen mitgetheilt. Die Thermometerablesungen sind nach Maassgabe der in der thermometrischen Gruppe vorgenommenen Prüfung korrigirt. Die hundertstel Grade sind noch mitgetheilt, obwohl sie nicht ganz sicher verbürgt werden können. Die Unterschiede zwischen der elektromotorischen Kraft der einzelnen Elemente sind in hunderttausendstel *Volt* angegeben.

Die oben mitgetheilten Messungsergebnisse wurden in folgender Weise zur Berechnung benutzt.

Zunächst wurde das Mittel aus den an einem Tage gemessenen Differenzen der elektromotorischen Kraft der drei H-förmigen Elemente Nr. 4, 6 und 7 gegen diejenige des in demselben Bade befindlichen Elementes Nr. 72 gebildet. Die mittlere elektromotorische Kraft der Elemente Nr. 4, 6 und 7 bildet den Normalwerth, auf den die elektromotorische Kraft aller übrigen Elemente bezogen ist. Die für die übrigen in demselben Bade mit Nr. 72 befindlichen Elemente anderer Form gefundenen Zahlen sind nicht für die Berechnung verwerthet worden. Die Konstanz der elektromotorischen Kraft aller dieser verschieden geformten Elemente gegen diejenige der Normalen dient als Beweis dafür, dass der absolute Betrag des der Berechnung zu Grunde gelegten Normalwerthes im Laufe der Messungen keine

Tafel 8.

Bezeichnung der Messungsreihe	Tag der Beobachtung	Temperatur der auf möglichst konstanter Temperatur befindlichen Elemente in Grad	Temperatur der auf veränderlicher Temperatur befindlichen Elemente in Grad	Elektromotorische Kraft von Nr. 72 vermindert um diejenige der übrigen auf konstanter Temperatur befindlichen Elemente					Elektromotorische Kraft von Nr. 72 vermindert um diejenige von Nr. 69 vor der Vergleichung von Nr. 69 mit den übrigen auf veränderlicher Temperatur befindlichen Elementen	Elektromotorische Kraft von Nr. 72 vermindert um diejenige von Nr. 69 nach der Vergleichung von Nr. 69 mit den übrigen auf veränderlicher Temperatur befindlichen Elementen	Elektromotorische Kraft von Nr. 69 vermindert um diejenige der auf veränderlicher Temperatur befindlichen Elemente									
				4	6	7	III	74			2	15	43	13	14	I	II	IV	42	70
1	26. 3. 92	15,33	15,80	—	—	—	—	—	+ 42	+ 33	+37	+36	+38	+42	+ 44	+36	+36	+40	+74	— 6
2	27. 3. 92	15,93	16,35	—	—	—	—	—	+ 27	+ 35	+39	+41	+46	+51	+ 51	+45	+44	+49	+73	— 6
3	28. 3. 92	16,23	16,60	—	—	—	—	—	+ 40	+ 39	+40	+42	+43	+50	+ 52	+50	+44	+48	+77	— 8
4	31. 3. 92	15,43	18,70	+30	+37	+27	+24	—10	+ 400	+ 392	+38	+31	+34	+38	+ 38	+39	+33	+44	+79	—21
5	1. 4. 92	15,33	18,70	+33	+37	+32	+26	— 9	+ 407	+ 409	+32	+29	+32	+36	+ 38	+41	+36	+42	+74	—19
6	2. 4. 92	15,98	18,73	+37	+36	+34	+33	— 8	+ 328	+ 326	+31	+33	+36	+42	+ 43	+46	+40	+49	+71	—15
7	5. 4. 92	16,18	22,16	+46	+49	+44	+36	— 4	+ 731	+ 730	+56	+67	+69	+66	+187*	+67	+64	+69	+73	—22
8	6. 4. 92	16,33	21,94	+42	+45	+40	+38	— 4	+ 691	+ 683	+50	+51	+52	+58	+ 61	+60	+57	+63	+80	—23
9	7. 4. 92	17,97	22,10	+51	+46	+52	+53	+ 1	+ 526	+ 530	+46	+48	+52	+59	+ 59	+60	+57	+64	+77	—24
10	9. 4. 92	15,91	25,79	+44	+50	+41	+33	— 4	+1228	+1218	+78	+81	+81	+88	+ 92	+93	+87	+95	+92	—26
11	10. 4. 92	15,30	25,88	+35	+42	+33	+26	— 7	+1300	+1301	+73	+75	+77	+84	+ 91	+87	+82	+90	+87	—31
12	11. 4. 92	14,73	25,65	+23	+30	+22	+18	—12	+1349	+1347	+65	+62	+65	+71	+182*	+76	+71	+78	+86	—32
13	20. 4. 92	14,48	28,23	+30	+30	+28	+28	—14	+1756	+1718	+36	+48	+52	+56	+ 57	+63	+61	+65	+80	—36
14	21. 4. 92	14,33	28,35	+35	+34	+33	+31	—15	+1808	+1793	+23	+45	+48	+54	+ 54	+63	+61	+63	+83	—34
15	22. 4. 92	14,83	28,26	+33	+33	+33	+34	—19	+1750	+1729	+15	+42	+45	+49	+ 51	+56	+54	+58	+83	—32
16	25. 4. 92	15,53	23,22	+48	+48	+46	+46	— 7	+1010	+1011	+15	— 2	0	+ 6	+ 5	+10	+10	+14	+63	—21
17	26. 4. 92	15,53	22,60	+50	+48	+46	+46	— 6	+ 919	+ 917	+19	0	0	+ 6	+ 6	—	+10	+15	+62	—17
18	27. 4. 92	15,43	22,79	+47	+48	+45	+44	— 6	+ 960	+ 950	+23	+ 8	+ 9	+16	+ 15	+24	+20	+23	+66	—12
19	2. 5. 92	14,53	16,23	+38	+44	+36	+34	—10	+ 240	+ 237	+ 5	—11	— 8	— 1	+ 2	+ 6	+ 6	+27*	+73	+ 2
20	3. 5. 92	15,43	15,98	+38	+40	+38	+42	— 8	+ 119	+ 117	+ 5	— 4	0	+ 6	+ 10	+13	+13	+40*	+77	+ 4
21	4. 5. 92	15,39	15,70	+42	+41	+39	+50	— 8	+ 74	+ 72	+ 7	0	+ 6	+11	+ 17	+19	+17	+47*	+88	+ 4
22	14. 5. 92	16,41	12,80	+49	+44	+50	+60	— 5	— 400	— 398	+21	+15	+19	+26	+ 28	+30	+30	+38	+78	— 2
23	15. 5. 92	15,93	12,43	+50	+49	+48	+58	— 6	— 384	— 383	+21	+15	+21	+29	+ 30	+74*	+36	+42	+82	0
24	16. 5. 92	15,33	12,36	+45	+48	+42	+50	— 7	— 331	— 329	+21	+18	+23	+31	+ 33	+38	+38	+46	+79	0
25	17. 5. 92	15,13	12,20	+40	+44	+39	+47	— 8	— 327	— 325	+21	+19	+23	+31	+ 33	+40	+38	+46	+78	+ 2
26	19. 5. 92	16,43	12,93	+39	+38	+38	+46	—10	— 297	— 295	+34	+36	+40	+48	+ 46	+39	+44	+48	+85	+ 8
27	20. 5. 92	14,73	13,05	+38	+42	+36	+44	—10	— 206	— 205	+36	+39	+43	+50	+ 46	+40	+45	+47	+86	+ 6
28	21. 5. 92	15,39	12,37	+39	+38	+38	+47	— 9	— 350	— 350	+39	+35	+39	+46	+ 46	+43	+46	+48	+84	+ 1
29	23. 5. 92	13,53	13,00	+29	+37	+27	+34	—17	— 86	— 86	+43	+44	+47	+54	+ 52	+50	+53	+56	+86	+ 4
30	28. 5. 92	17,08	16,08	+53	+47	+54	+70	— 4	— 120	— 123	+67	+72	+74	+82	+ 80	+78	+78	+82	+96	— 2
31	31. 5. 92	18,27	16,08	+71	+66	+69	+80	+ 4	— 242	— 240	+54	+55	+58	+66	+ 65	+60	+60	+67	+86	—10
32	7. 6. 92	17,40	16,37	+58	+63	+57	+68	+ 5	— 112	— 115	+46	+47	+49	+54	+ 55	+66	+56	+58	+90	— 8

Tafel 9.

Bezeichnung der Messungsreihe	$E_{72}-E_x$	E_{72} E_{69}	$E_{69}-E_x$ A	$E_{69}-E_x$ B	$E_{69}-E_x$ C	E_N-E_x A	E_N-E_x B	E_N-E_x C	Mittelwerth von E_N-E_x A	Mittelwerth von E_N-E_x B	Mittelwerth von E_N-E_x C	Mittlere Temperatur der auf möglichst konstanter Temperatur befindlichen Elemente in Grad	Mittlere Temperatur der auf veränderlicher Temperatur befindlichen Elemente in Grad	Korrektion des Normalwerthes	Korrigirter Mittelwerth von E_N-E_x A	Korrigirter Mittelwerth von E_N-E_x B	Korrigirter Mittelwerth von E_N-E_x C
1	—	+ 38	+37	+40	— 3	+ 41	+ 44	+ 1									
2	—	31	+44	+48	— 3	+ 41	+ 45	— 6	+ 44	+ 48	— 1	15,83	16,25	+ 98	+ 142	+ 146	+ 97
3		+ 40	+43	+49	— 4	+ 49	+ 55	+ 2									
4	+31	+ 396	+33	+38	—11	+ 398	+ 403	+ 354									
5	+34	408	+31	+39	—10	+ 405	+ 413	+ 364	+ 376	+ 384	+ 334	15,58	18,71	+ 68	+ 444	+ 452	+ 402
6	36	327	+35	+44	— 8	+ 326	+ 335	+ 283									
7	+46	731	+68	67	—11	+ 753	+ 752	+ 674									
8	+43	+ 687	+52	60	—12	696	+ 704	+ 632	+ 659	+ 665	+ 591	16,83	22,07	+216	+ 875	+ 881	+ 807
9	+50	+ 528	+50	60	—12	+ 528	+ 538	+ 466									
10	+45	+1223	83	+91	—13	+1261	+1269	+1165									
11	+37	+1301	76	+87	—15	+1340	+1351	+1249	+1330	+1339	+1240	15,31	25,77	+ 37	+1367	+1376	+1277
12	+25	+1348	+64	+74	—16	+1387	+1397	+1307									
13	29	+1737	50	60	—18	+1758	1768	+1690									
14	+34	1801	47	59	—17	1814	+1826	+1750	+1774	+1785	+1710	14,55	28,28	— 53	+1721	+1732	+1657
15	33	+1740	44	54	—16	1751	1761	+1691									
16	47	+1011	— 1	9	—11	963	+ 974	+ 954									
17	48	918	0	+ 7	— 9	+ 870	+ 877	+ 861	+ 917	+ 926	+ 906	15,50	22,87	+ 59	+ 976	+ 985	+ 965
18	47	955	9	+20	— 6	+ 917	928	+ 902									
19	+39	239	10	3	+ 1	+ 190	+ 203	+ 201									
20	39	118	— 2	+11	+ 2	77	+ 90	+ 81	+ 101	+ 114	+ 105	15,12	15,97	+ 14	+ 115	+ 128	+ 119
21	41	73	3	16	2	35	+ 48	+ 34									
22	48	— 399	17	30	+ 1	— 430	— 417	— 448									
23	49	384	18	34	0	— 415	— 399	— 433	— 386	— 371	— 406	15,70	12,45	— 83	— 303	— 288	— 323
24	45	— 330	21	37	0	— 354	— 338	— 375									
25	41	— 326	21	38	1	— 346	— 329	— 366									
26	38	295	38	45	4	— 295	— 288	— 329									
27	39	205	41	46	3	— 203	— 198	— 241	— 230	— 223	— 268	15,02	12,84	+ 2	— 228	— 221	— 266
28	39	350	37	46	1	— 352	— 343	— 388									
29	31	86	46	53	2	— 71	— 64	— 115									
30	51	122	73	80	— 1	— 100	— 93	— 174									
31	69	241	57	64	— 5	— 253	— 246	— 315	— 159	— 151	— 222	17,58	16,81	—307	+ 148	+ 156	— 85
32	50	114	48	58	— 4	125	— 115	— 177									

wesentlichen Veränderungen erfahren hat. Die für die H-förmigen Elemente gefundenen Mittel sind in Tafel 9 unter $E_{72} - E_X$ mitgetheilt.

Sodann ist das Mittel aus den vor und nach der Vergleichung von Nr. 69 mit den übrigen in demselben Bade stehenden Elementen gefundenen Differenzen zwischen Nr. 72 und 69 gebildet und in Tafel 9 unter $E_{72} - E_{69}$ verzeichnet.

Um nun nicht für jedes einzelne der mit Nr. 69 in demselben Bade befindlichen Elemente eine besondere Berechnung durchführen zu müssen, sind im Folgenden drei Arten von Elementen unterschieden worden: einmal die H-förmigen, mit flüssigem Elektrolyten, zum andern diejenigen H-förmigen und zylindrischen, bei denen die Paste beide Elektroden bedeckt, und drittens die Feussner'schen. Die für die einzelnen Elemente dieser Gruppen gefundenen Zahlen sind zu Mittelwerthen zusammengefasst. Hierbei ist Element Nr. 69 dadurch berücksichtigt worden, dass für dasselbe in jeder Messungsreihe die Differenz Null in Rechnung gesetzt wurde. Die für die Elemente Nr. 2 und 42 gegen Nr. 69 gemessenen Differenzen sind nicht für die Berechnung benutzt worden. Nr. 2 enthielt nämlich zu wenig Zinksulfatkrystalle, sodass seine Lösung für hohe Temperaturen nicht mehr gesättigt war. Die elektromotorische Kraft von Nr. 42 zeigte eine starke Abweichung von derjenigen der übrigen gleichgeformten Elemente, die allerdings für alle Temperaturen dieselbe blieb. Ferner mussten einige der für diejenigen Elemente gewonnenen Zahlen, bei denen die Paste beide Elektroden bedeckt, von der Berechnung ausgeschlossen werden. Wie bereits früher bemerkt, erfährt die elektromotorische Kraft dieser Elemente in Folge der Berührung zwischen Zink und Quecksilberoxydulsulfat plötzliche Veränderungen, die mit den durch Temperaturänderungen bedingten, welche hier ausschliesslich in Frage kommen, nichts zu thun haben. Die betreffenden Zahlen, die nicht berücksichtigt wurden, sind in Tafel 9 durch einen Stern bezeichnet. Die gefundenen Mittel sind unter $E_{69} - E_X$ enthalten. Hier, wie auch in den übrigen Spalten der Tafel 9 sind die auf die H-Elemente mit flüssigem Elektrolyten bezüglichen Zahlen unter A, die auf die mit Paste gefüllten Elemente bezüglichen unter B und die auf die Feussner'schen Elemente bezüglichen unter C mitgetheilt.

Durch Addition bezw. Subtraktion der entsprechenden bisher abgeleiteten Zahlen erhält man die Differenzen des Mittelwerthes der elektromotorischen Kraft der einzelnen Arten von Elementen bei verschiedenen Temperaturen gegen den Normalwerth. Die sich hierfür ergebenden Zahlen sind unter $E_N - E_X$ mitgetheilt. Es ist noch zu bemerken, dass bei Vornahme der ersten drei Messungsreihen keine Beobachtungen der Differenzen von Nr. 72 gegen die übrigen mit ihm in einem Bade stehenden Elemente angestellt wurden. Es wurde für diese Differenz der aus den drei folgenden Messungsreihen sich ergebende Mittelwerth eingeführt.

Zur Erleichterung der weiteren Berechnung fasste man die Zahlen zu Mitteln zusammen, welche innerhalb eines Zeitraumes gefunden wurden, während dessen die Temperatur im Thermostaten annähernd denselben Betrag hatte. Die gefundenen Zahlen sind in Tafel 9 unter „Mittelwerth für $E_N - E_X$“, und die entsprechenden mittleren Temperaturen der Bäder in den beiden nächstfolgenden Spalten mitgetheilt.

Der Betrag des Normalwerthes, auf den sämmtliche Zahlen bezogen sind, ist nun nicht in jedem Falle derselbe, sondern schwankt mit der Temperatur der denselben liefernden Elemente. Um die nöthigen Korrektionen vornehmen zu können, musste zunächst der Temperaturkoeffizient dieser Elemente bestimmt werden.

Hierzu dienten die Mittelwerthe von $E_N - E_X$, die unter Spalte A mitgetheilt sind. Sie stellen die Differenzen der elektromotorischen Kraft H-förmiger Elemente von zwei verschiedenen Temperaturen dar, die aus den entsprechenden Feldern der folgenden Spalten zu entnehmen sind. Die Abhängigkeit der elektromotorischen Kraft von der Temperatur werde durch eine Gleichung von der Form

$$e_t = e_{15} + \alpha_1 (t - 15) + \alpha_2 (t - 15)^2$$

ausgedrückt, wo e_t die elektromotorische Kraft bei einer beliebigen Temperatur t, und e_{15} dieselbe bei einer Temperatur von 15° bezeichnet. Nennt man nun die unter Spalte A verzeichneten Mittelwerthe der Differenzen allgemein d und die zugehörige Temperatur der beiden Bäder t bezw. T, so ergeben sich durch Einsetzung der entsprechenden Temperaturen und Differenzen der elektromotorischen Kraft zehn Gleichungen von der Form

$$\alpha_1 (t - T) + \alpha_2 [(t - 15)^2 - (T - 15)^2] = d,$$

welche $\alpha_1 = - 0{,}001161$ *Volt*

und $\alpha_2 = - 0{,}000010$ *Volt* liefern.

Diese Werthe sind nicht die endgiltigen; sie dienen nur dafür, um an den Mittelwerthen von $E_N - E_X$ die nöthigen Korrektionen wegen der unvermeidlichen Temperaturschwankungen in dem Bade anbringen zu können, das eigentlich auf konstanter Temperatur gehalten werden sollte. Sie sind noch mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, da t und T mit verschiedenen Thermometern beobachtet sind; die in die endgiltigen Berechnungen eingehenden Temperaturen sind nur auf eine Skale bezogen. Im Folgenden ist für E_N die Temperatur von 15° zu Grunde gelegt, und die an $E_N - E_X$ anzubringenden Korrektionen sind mit Hilfe der oben für α_1 und α_2 gefundenen Werthe berechnet und in einer weiteren Spalte von Tafel 9 mitgetheilt. Die korrigirten Mittelwerthe von $E_N - E_X$ finden sich in den letzten drei Spalten dieser Tafel.

E_N bezeichne wie oben den Normalwerth der elektromotorischen Kraft bei 15°, E die elektromotorische Kraft der einzelnen Arten von Elementen bei derselben Temperatur, d die korrigirten Mittelwerthe der Differenzen ihrer elektromotorischen Kraft bei einer bestimmten Temperatur t gegen den Normalwerth; dann besteht für jede der drei Arten von Elementen ein System von 10 Gleichungen folgender Form:

$$E_N - E - \alpha_1 (t - 15) - \alpha_2 (t - 15)^2 = d,$$

aus denen $E_N - E$, α_1 und α_2 zu berechnen sind.

Die Auflösung dieser drei Systeme von Gleichungen ergiebt die in Tafel 10 mitgetheilten Zahlen, welche hunderttausendstel *Volt* darstellen.

Tafel 10.

Art des Elementes	α_1	α_2	$E_N - E$	Δ
A	− 116,2	− 1,0	+ 1,8	± 7,7
B	− 115,7	− 1,1	+ 11,0	± 7,0
C	− 116,3	− 0,8	− 32,5	± 26,0

Hiernach wird unter Beibehaltung der oben eingeführten Bezeichnungen die Abhängigkeit der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Elementes zwischen 10 und 30° durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$e_t = e_{15} - 0{,}00116 (t - 15) - 0{,}00001 (t - 15)^2,$$

in der e_t und e_{15} in *Volt* auszudrücken sind. Der Temperaturkoeffizient der elektromotorischen Kraft ist hiernach für eine beliebige Temperatur t zwischen 10 und 30°

$$-0{,}000814 - 0{,}000007\,(t - 15).$$

Lord Rayleigh[1]), der gleichfalls eine eingehende Untersuchung über die Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Elementes mit der Temperatur anstellte, fand für zwei verschiedene Elemente der ursprünglichen, durch Fig. 4 dargestellten Form den Temperaturkoeffizienten zu

$$-0{,}000732 - 0{,}000016\,(t - 15)$$

bezw. zu $-0{,}000830 - 0{,}000018\,(t - 15)$,

also im Mittel zu

$$-0{,}000781 - 0{,}000017\,(t - 15).$$

Herr Fleming[2]) bestimmte ihn zu 0,00082 bei 15°. Herr Swinburne[3]) erhielt für ein **H**-förmiges Element 0,00076 und für anders geformte Elemente je nach ihrer Zusammensetzung stark von einander abweichende Werthe, die er auch auf ungenügende Sättigung der Zinksulfatlösung zurückführt.

Man erkennt aus Tafel 10, dass der Temperaturkoeffizient des Elementes, wie zu erwarten war, von der Form unabhängig ist, dass jedoch die elektromotorische Kraft der verschiedenen Formen geringe Abweichungen zeigt, die bereits bei Vornahme der Vergleichungen der verschieden geformten Elemente bei gleicher Temperatur erkannt und oben besprochen wurden. Die unter Δ mitgetheilten Zahlen stellen für die verschiedenen Arten von Elementen bei einer bestimmten Temperatur die mittlere Abweichung der gemessenen Differenz ihrer elektromotorischen Kraft von der aus den für $E_X - E$, α_1 und α_2 gefundenen Werthen berechneten Differenz dar. Sie lassen erkennen, mit welcher Genauigkeit man den absoluten Werth der elektromotorischen Kraft für eine beliebige Temperatur innerhalb des Bereiches, in dem die Messungen angestellt werden, angeben kann, wenn ihr absoluter Werth für eine andere Temperatur innerhalb dieses Bereiches bekannt ist. Natürlich ist dabei vorausgesetzt, dass die Temperatur der Elemente in ähnlicher Weise, wie oben beschrieben, konstant gehalten und sorgfältig bestimmt wird. Es zeigt sich, dass unter Innehaltung gleicher Verhältnisse für die drei Arten von Elementen die durch den Einfluss der Temperatur bedingte Unsicherheit in der Bestimmung der elektromotorischen Kraft bei den Elementen mit Thonzelle drei- bis viermal so gross ist, wie bei den übrigen Elementen.

Vielfach wird es jedoch bei der Benutzung der Elemente nicht möglich sein, so günstige Temperaturverhältnisse zu schaffen, wie sie bei Vornahme der oben beschriebenen Messungen bestanden. Es wurden daher noch einige Versuche angestellt, um die Unterschiede zu ermitteln, die bei schneller erfolgenden Temperaturschwankungen zwischen den wirklichen und den berechneten Werthen der elektromotorischen Kraft verschieden geformter Elemente bestehen können. Zu diesem Zwecke wurden die **H**-förmigen Elemente Nr. 60, 61, 63 und 67, die Feussner'schen Elemente Nr. 72 und 74, die in England verfertigten Elemente E_2 und E_3 und die hier nach dem englischen Vorbilde zusammengesetzten Elemente I und III in ein gemeinsames Erdölbad gestellt, das sich in einem Thermostaten befand. Die Temperatur desselben wurde zunächst schnell gesteigert und, nachdem sie einige Tage auf dieser Höhe gehalten war, plötzlich erniedrigt. Während dieser

[1]) *Phil. Trans. 176. S. 781. (1885).*

[2]) *Phil. Mag. August 1885.*

[3]) *Electrician S. 27. 500. (1891).*

Zeit wurde die elektromotorische Kraft der einzelnen Elemente mit derjenigen der **H**-förmigen Nr. 4, 6 und 7 verglichen, die dauernd auf möglichst konstanter Temperatur gehalten wurden, und gleichzeitig die Temperatur beider Sätze von Elementen bestimmt. Aus den gemessenen Differenzen der elektromotorischen Kräfte liess sich leicht für jedes einzelne Element die Differenz seiner elektromotorischen Kraft bei der jedesmaligen Temperatur von derjenigen bei 15° ableiten. Die Temperatur im Thermostaten betrug vor dem Austeigen etwa 19° und vor dem Sinken etwa 30°. Die Ergebnisse der Messungen sind in Tafel 11 enthalten. Die mitgetheilten Zahlen bezeichnen hier abweichend von denjenigen der früheren Tafeln zehntausendstel *Volt*.

Tafel 11.

	Zeit nach dem Beginn des Steigens bezw. Sinkens der Temperatur	Temperatur in Grad	Unterschied der elektromotorischen Kraft bei 15° von derjenigen bei der in Spalte 1 angegebenen Temperatur										
			nach der Berechnung	nach der Beobachtung für									
				60	61	65	67	72	74	E_2	E_3	I	III
Bei steigender Temperatur	1 Stunde	24,3	117	106	107	108	110	74	75	72	77	104	96
	2 Stunden	25,6	134	128	128	129	130	109	108	74	79	125	112
	4 „	27,2	156	153	154	154	155	136	136	83	87	151	142
	6 „	28,2	171	169	169	169	170	152	152	89	97	166	159
	25 „	30,7	207	205	205	205	205	190	191	110	128	203	202
	30 „	30,2	200	200	200	200	201	184	186	109	129	201	196
	50 „	30,8	208	208	208	208	208	191	194	117	149	207	206
	97 „	30,8	208	209	209	208	209	190	194	122	173	205	206
Bei fallender Temperatur	1 Stunde	21,8	84	76	72	67	73	111	108	83	130	173	98
	3 Stunden	19,8	58	56	55	54	55	60	60	68	112	71	114
	6 „	19,0	48	48	48	48	48	50	52	62	102	56	78
	24 „	18,6	43	43	43	43	43	44	47	62	63	53	39

Während bei der starken Temperatursteigerung die **H**-förmigen Elemente sehr bald den ihrer Temperatur entsprechenden Werth ihrer elektromotorischen Kraft annehmen, zeigen die Feussner'schen und besonders die in England hergestellten Elemente noch nach mehreren Tagen Abweichungen vom richtigen Werth, die mehrere tausendstel *Volt* betragen. Bei den Feussner'schen Elementen befindet sich die positive Elektrode nicht in gesättigter Zinksulfatlösung, bei den englischen Elementen ist diese Lösung an dem oberen Theile der negativen Elektrode nicht gesättigt. Schützt man denselben durch ein übergeschobenes Glasrohr vor der Berührung mit der Zinksulfatlösung, so fällt, wie die Elemente I und III zeigen, dieser Uebelstand fort. Bei fallender Temperatur liegen die Verhältnisse günstiger. Die Lösung ist für die Temperaturen, die das Element während des Versuches annimmt, bereits konzentrirt und nur eine Uebersättigung könnte störend wirken. Für die **H**-förmigen Elemente scheint die elektromotorische Kraft sogar dem berechneten Werthe voranzueilen. Es liegt dies jedoch wohl daran, dass die Temperatur nur an einer Stelle des Bades bestimmt wurde, jedoch bei ihrer schnellen Veränderung an den verschiedenen Stellen des Bades erhebliche Unterschiede aufweisen konnte. Nach Verlauf einiger Stunden mussten sich natürlich diese Unterschiede ausgeglichen haben. Selbst bei fallender Temperatur folgt die elektromotorische Kraft der **H**-förmigen Elemente den Temperaturschwankungen regelmässiger als diejenige der übrigen Elemente. Die für die Elemente E_2, E_3, I und III

gefundenen Zahlen können noch durch andere Einflüsse getrübt sein; denn wir sahen oben, dass die elektromotorische Kraft derartiger Elemente bei ruhigem Stehen und bei konstanter Temperatur erheblichen Schwankungen unterworfen ist. Diese Störungen waren jedoch, wie aus Tafel 7 ersichtlich, für die hier untersuchten Elemente am geringsten.

Man erkennt aus den Zahlen in Tafel 11, dass die elektromotorische Kraft der Feussner'schen und ganz besonders der englischen Elemente selbst bei konstanter Temperatur ganz davon abhängig ist, welchen Temperaturverhältnissen das Element in den vorhergehenden Tagen ausgesetzt war. Bei den ersteren Elementen übersteigt die hierdurch bedingte Unsicherheit der elektromotorischen Kraft 0,001 *Volt*, bei den letzteren kann sie 0,003 bis 0,005 *Volt* betragen. Eine genaue Kenntniss des Temperaturkoeffizienten ist für diese Elemente illusorisch, da die mit Hilfe desselben berechneten Werthe der elektromotorischen Kraft von den thatsächlichen wesentlich verschieden sind. Auf der anderen Seite lässt sich der relative Werth der elektromotorischen Kraft der H-förmigen Elemente, wenn sie vor grösseren Temperaturschwankungen geschützt sind, für verschiedene Temperaturen auf 0,0001 *Volt* genau angeben, und dürfte selbst bei plötzlichen Aenderungen der Temperatur auf 0,001 *Volt* sicher sein.

Zum Schlusse fassen wir das Ergebniss der gesammten Untersuchung noch einmal kurz zusammen und knüpfen daran einige Bemerkungen. Der Grund für die Abweichung der elektromotorischen Kraft Clark'scher Elemente vom richtigen Werthe ist weit weniger darin zu suchen, dass die Bestandtheile des Elementes Verunreinigungen enthalten, als vielmehr darin, dass die gesammte Oberfläche der Elektroden nicht immer von gesättigter Lösung umgeben ist. Bei der Zusammensetzung des Elementes hat man vor allem diesem Umstande Rechnung zu tragen und wählt daher am zweckmässigsten die von mir angegebene Form, welche im Wesentlichen mit der von Lord Raygleigh eingeführten H-Form identisch ist, sich jedoch durch bessere Verschliessbarkeit vor ihr auszeichnet, und, wenn sie ganz mit Paste gefüllt ist, auch ohne Gefahr versandt werden kann. Ebenso sind die von einander abweichenden Angaben verschiedener Beobachter über den Temperaturkoeffizienten dieses Elementes auf mangelhafte Konzentration des Elektrolyten in der Nähe der Elektroden zurückzuführen.

Wegen der grossen und angeblich schwankenden Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Elementes mit der Temperatur hat man dasselbe durch andere ersetzen wollen, die sich in dieser Beziehung günstiger verhalten sollen. So hat Herr Carhart[1]) die Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft des Elementes dadurch auf etwa den halben Betrag herabgedrückt, dass er als Elektrolyten eine bei Null Grad konzentrirte Zinksulfatlösung anwendet. Der hierdurch gewonnene Vorzug wird jedoch durch den Nachtheil wieder aufgehoben, dass solche Elemente nach den hier gesammelten Erfahrungen mit weit geringerer Genauigkeit reproduzirbar sind als die Elemente mit überschüssigen Zinksulfatkrystallen. Eine Lösung, welche genau für Null Grad konzentrirt ist, kann nur schwer hergestellt werden; ist sie für eine um wenige Zehntel Grad von Null abweichende Temperatur konzentrirt, so hat dies schon Abweichungen der elektromotorischen Kraft vom richtigen Werthe um mehrere zehntausendstel *Volt* zur Folge. Ob die Konstanz solcher Elemente die gleiche ist wie diejenige der

[1]) *Report of the Brit. Assoc. 1892. S. 138.*

Clark'schen Elemente der ursprünglichen Zusammensetzung, ist noch nicht festgestellt. Neuerdings hat Herr Weston[1]) in Newark, N. J. ein neues Element verfertigt, indem er an Stelle des Zinks und Zinksulfates in dem Clark'schen Elemente Kadmium bezw. Kadmiumsulfat verwendet. Die elektromotorische Kraft dieses Elementes soll fast unabhängig von der Temperatur sein. Eingehende Untersuchungen hierüber sowie über die Konstanz und Reproduzirbarkeit dieses Elementes liegen noch nicht vor. Nach den obigen Mittheilungen kann man der Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Elementes mit der Temperatur sehr genau Rechnung tragen, und es erscheint daher nicht empfehlenswerth, ein Element von so hervorragenden Eigenschaften, die von verschiedenen Beobachtern eingehend untersucht sind, durch andere zu ersetzen, über die weit weniger Erfahrungen vorliegen.

Aus allem Gesagten leuchtet ein, dass man unter Beobachtung der sich aus Vorstehendem als wichtig ergebenden Gesichtspunkte ohne Schwierigkeit Clark-sche Elemente herstellen kann, deren elektromotorische Kraft bei den in Arbeitsräumen üblichen Temperaturen keine Abweichung vom Sollwerthe aufweist, die ein zehntausendstel seines Betrages übersteigt, und welche bei guter Behandlung diesen Werth Jahre lang beibehalten. Es erscheint unter diesen Umständen der Erwägung werth, ob man nicht vortheilhafter die praktische Einheit der elektrischen Spannung aus der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Elementes definirte und hieraus die praktische Einheit für die Stromstärke mit Hilfe der Widerstandseinheit ableitete, als die letztere aus der elektrolytisch niedergeschlagenen Silbermenge zu definiren. Man würde die so definirte Einheit der Spannung leichter und sicherer reproduziren können, als die Einheit der Stromstärke nach der jetzt giltigen Definition. Um für dieselbe Stromstärke stets dieselbe Menge niedergeschlagenen Silbers zu erhalten, sind genaue Vorschriften über die Handhabung des Voltameters nöthig; und selbst, wenn die einzelnen Versuche in vollkommen derselben Anordnung vorgenommen werden, dürfte es schwer sein, für dieselbe Stromstärke Niederschläge zu gewinnen, die auf ein zehntausendstel ihrer Masse übereinstimmen. Ferner ist zu bedenken, dass die elektromotorische Kraft des Clark'schen Elementes etwas dauernd Existirendes ist, während die Stärke des Stromes, der einen bestimmten Silberniederschlag erzeugt, nur während der Dauer des Versuches wirkt. Auch dieser Grund dürfte zu Gunsten der vorgeschlagenen Neuerung sprechen. Man könnte die Einheit der elektrischen Spannung als sieben Zehntel der elektromotorischen Kraft des H-förmigen Clark'schen Elementes bei 10° definiren. Nach den von anderen Beobachtern und auch von mir angestellten Versuchen würde die so definirte Einheit der Spannung sich nicht um ein tausendstel ihres Betrages von derjenigen unterscheiden, die sich aus der Definition der Einheit der Stromstärke durch den in einer Stunde gewonnenen Silberniederschlag von 4,025 *g* aus der neuen Definition der Widerstandseinheit ergiebt, nach welcher diese dem Widerstande einer Quecksilbersäule von 106,3 *cm* Länge und 14,452 *g* Gewicht gleich ist.

Ueber den absoluten Betrag der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Elementes können keine endgiltigen Mittheilungen gemacht werden, bevor die hier im Gange befindlichen Arbeiten über die Feststellung der praktischen Einheiten für Stromstärke und Spannung abgeschlossen sind. Der am Schlusse des

[1]) *Electrician 30. S. 741 (1893).*

ersten Theiles dieser Abhandlung mitgetheilte Werth der elektromotorischen Kraft von 1,438 *Volt* bei 15° [1]) genügt vorläufig und dürfte auf ein tausendstel seines Betrages richtig sein. Da jedoch die elektromotorische Kraft der einzelnen Elemente bis auf ein zehntausendstel ihres Betrages übereinstimmt, so erscheint es wünschenswerth, bei einer späteren Ermittelung ihres absoluten Betrages eine grössere Genauigkeit anzustreben.

Eine neue Pendelaufhängung.

Von

Mechaniker **A. Hasemann** in Berlin.

Die Schneide eines Pendels wird durch den Druck des Lagers zu einer Fläche abgestumpft. Um diesem Uebelstande zu begegnen, hat Verfasser der Schneide mittels einer geeigneten Schleifmaschine eine zylindrische Form gegeben, und die so gegen weitere Zerstörung gesicherte Schneide auf eine gleiche Schneide gelagert. In Folgendem soll untersucht werden, welchen Widerstand diese Lagerung, sowie die in der Praxis übliche Lagerung auf ebener Fläche der Schwingung des Pendels entgegensetzt.

Das Profil AB der Berührungsstelle eines Zylinders mit einer Fläche, Fig. 1, ist in Folge der Nachgiebigkeit des Materials eine krumme Linie. Die normal zu den Tangenten dieser Linie wirkenden Spannungskräfte befinden sich bei einer zwanglosen Drehung des Zylinders im Gleichgewicht; zerlegen wir diese Kräfte in ihre Komponenten e und f und lassen diese in der durch den Drehpunkt gelegten Vertikal- bezw. Horizontalprojektion von AB wirken, so muss in diesen Gleichgewicht der links und rechts drehenden Kräfte bestehen. Aus dem Vorhandensein der Komponenten e folgt aber, dass der Drehpunkt nicht in AB liegen kann. Eine Drehung des Zylinders ist daher nur mit einer Gleitung in AB möglich, hat also Reibung zu überwinden.

Fig. 1.

Fig. 2.

Die Kräfte im Berührungsprofil zweier Zylinder von gleichen Radien dagegen haben, da dieses eine gerade Linie ist, Fig. 2, keine Horizontalkomponenten; der Drehpunkt liegt daher in AB. Eine Drehung ist folglich durch Reibung nicht gehindert.

Die Bewegung des Drehpunktes C auf der Zylinderfläche des Pendels geht aus den Figuren 3 und 4 hervor. Ist die Amplitude 2α, der Radius der Zylinder r, die Horizontalprojektion des Weges, welchen C zurücklegt, ab, so ist bei ebenem Lager (Fig. 3) $ab = r \sin \alpha$, und bei zylindrischem Lager (Fig. 4) $ab = r (\sin \alpha - \sin \alpha/2)$, also für kleine Winkel nur halb so gross. Auch die Vertikalprojektion ist bei zylindrischem Lager, wie ohne Weiteres ersichtlich, kleiner.

Fig. 3. Fig. 4.

[1]) Demselben liegt die Annahme zu Grunde, dass 1 *Ohm* = 1,06 *S. E.* ist und dass ein Strom von 1 *Amper* Stärke in der Stunde 4,025 *g* Silber ausscheidet.

Wir sehen also, dass durch die zylindrische Lagerung:

1. die äussere Reibung beseitigt wird,
2. die Bewegung von C geringer wird.

Den angestellten praktischen Versuchen waren folgende Werthe zu Grunde gelegt: Das Material war Bergkrystall; der Radius der Zylinder war 0,01 *mm*; die Belastung betrug 1 *kg* auf 1 *mm* Länge, die Amplitude war 3°.

Die Dauer einer Schwingung bei ebenem Lager betrug 20 Sekunden, bei zylindrischem Lager 30 Sekunden. In der Differenz dieser Zeiten kommt die geringere Bewegung von C zum Ausdruck.

Die Resultate sind das Mittel von je 5 Versuchen.

Versuche zur Bestätigung der Reibung zwischen Zylinder und Ebene sind nicht gemacht worden.

Das sonst unveränderte Pendel, welches an Stelle des Zylinders eine Ebene erhalten hatte, und mit dieser auf einem Zylinder wieder 20 Sekunden schwang, wurde nun auf eine scharfgeschliffene Schneide von 120° gelagert. Die Schwingungsdauer war ∞.

Dieser Versuch zeigt, dass mit den angesetzten Werthen die neue Pendelaufhängung mit gewöhnlicher Schneide auf Ebene nicht konkurriren kann.

Der zu den Versuchen benutzte Apparat stand auf einem an drei Fäden aufgehängtem Brett. Die Arretirung bewirkte ein Schwimmer, der durch Zufüllen oder Ablassen des Wassers in Bewegung gesetzt ward. Die Aufeinanderstellung der Zylinder erfolgte mit prismatischer Führung, nachdem unter Zuhilfenahme eines Mikroskopes der Lagerzylinder durch Schrauben eingestellt war. Es wurde probirt und nach Bedarf nachgestellt. Da die Zylinder sehr widerstandsfähig sind, schadet ihnen das bei dieser Arbeit öfter eintretende Abgleiten nichts. Um ein Ueberkreuzliegen unmöglich zu machen, war der eine Zylinder in der Mitte unterbrochen. Stehen die Zylinder gut aufeinander, so ist ein Herabfallen des Pendels nicht zu befürchten. Verfasser hat, ohne zu arretiren, mehrere Male den Glaskasten, der auf dem Brett stand, um das Pendel vor Luftzug zu schützen, abgenommen und wieder aufgesetzt, ohne dass das Pendel herabgeglitten ist. [1])

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ein neuer Ellipsenzirkel.

Konstruirt von **Ch. Hamann** in Friedenau.

Zur Konstruktion von Ellipsographen und Kegelschnittzirkeln stehen mehrere Probleme zur Verfügung, die bereits alle in mehr oder weniger vollkommener Weise verwirklicht worden sind. Trotz alledem giebt es zur Zeit keinen Ellipsenzirkel, der auch nur annähernd den billigsten Forderungen entspräche, welche der technische Zeichner an seine Zeichengeräthe zu stellen gewohnt und berechtigt ist. Vergleicht man die verschiedenen Ausführungen von Ellipsographen, von denen auch in dieser Zeitschrift die

[1]) Anm. d. Redaktion: Die Redaktion hat der in obiger Mittheilung gegebenen interessanten Anregung die Aufnahme nicht versagen wollen, ohne jedoch derselben durchaus beitreten zu können. Die theoretische Untersuchung des Problems bedarf einer grösseren Vertiefung in dynamischer und kinematischer Beziehung. Was die praktische Ausführbarkeit und Verwendung betrifft, so wären umfassendere und rationellere Versuche anzustellen, als dies vom Verf. in der Werkstatt geschehen konnte.

wichtigsten Neukonstruktionen gelegentlich beschrieben worden sind, so erkennt man unschwer, dass bei den meisten das Bestreben, mathematisch korrekte Kurven zu erzielen, die Sorge um Erlangung technisch oder zeichnerisch schöner Linien überwiegt; ferner ist in den meisten Fällen zu beobachten, dass sich mit den jeweils in Betracht kommenden Apparaten wohl Ellipsen von grosser Länge und geringer Verschiedenheit der Axen zeichnen lassen, nicht aber auch kleine und langgestreckte Ellipsen. Trotz eifrigen Bemühens konnte z. B. Verfasser kein Instrument finden, welches Ellipsen von 5 *mm* Länge der grossen Axe bei einem Axenverhältniss 1 : 2 mit genügender Vollkommenheit zu zeichnen gestattete, obgleich derartige Aufgaben z. B. beim Zeichnen perspektivischer Ansichten von mechanischen Instrumenten alltäglich auftreten. Man darf nicht vergessen, dass bei diesen Aufgaben nicht in erster Linie mathematische Genauigkeit, sondern Schönheit der Kurven in Betracht kommt. Selbst ein Zirkel, welcher grosse Ellipsen mit weitgehender Genauigkeit zeichnet, würde an seiner Genauigkeit verlieren, wenn er imstande wäre, kleine Ellipsen zu zeichnen. Besonders unschön und ungenau werden die stark gekrümmten Ecken der Ellipsen an den Enden der langen Axe, worüber später noch gesprochen werden soll.

Fig. 1.

Die augenscheinlich vorhandenen und schwer zu überwindenden Schwierigkeiten sind im Folgenden begründet. Beim Zeichnen von Kreisen mittels des gewöhnlichen Zirkels hat die Ziehfeder — nur von dieser kann hier die Rede sein; bei Anwendung des Bleistiftes, der nur zum Vorzeichnen benutzt werden kann, sind die Schwierigkeiten geringer, wenn auch nicht ganz beseitigt — sowohl zur Papierebene als zum Radius des zu zeichnenden Kreises normale Stellung; das erste lässt sich durch passende Stellung des Ziehfedergelenkes erreichen, das letztere ist ohne weiteres stets der Fall. Bei der Ellipse ändert sich unausgesetzt die Krümmung, also auch die Entfernung jedes Punktes vom Schnittpunkte der Axen aus gemessen, es müsste also zur Erreichung einer gleichmässigen Strichdicke eine Einrichtung vorhanden sein, welche die Ziehfeder selbthätig in jedem Augenblicke sowohl normal zur Zeichenebene als auch tangential zum Kurvenelement stellt. Wenn nicht beide Einrichtungen, so fehlt doch zumeist die eine derselben an allen Ellipsenzirkeln.

Beim Kreiszirkel gestattet die unvollkommen als dünner konischer Stift ausgebildete Umdrehungsaxe, die sich ihr Lager stets selbst im Papier erzeugen muss, eine weitgehende Annäherung des Ziehfederschenkels und somit das Zeichnen sehr kleiner Kreise. Beim Ellipsenzirkel dagegen erfordert seine Festlegung in Richtung der grossen oder kleinen Axe einen Fuss von beträchtlicher Ausdehnung, für den Fall, dass der Zirkel genau und sicher funktioniren soll; dadurch aber ist der Veränderung der Axen nach unten hin ein Ziel gesetzt.

Den beregten Mängeln hilft die in der beigefügten Figur 1 in wirklicher Grösse dargestellte unter Nr. 70680 patentirte Konstruktion des Herrn Mechaniker Ch. Hamann in Friedenau ab, wenn auch noch nicht in ganz vollkommener Weise.

Das Instrument zeichnet Ellipsen von bedingter Grösse durch Projektion eines zur Zeichenebene schrägzustellenden Kreises. Dieser Kreis ist nicht wie bei fast allen

auf demselben Prinzip beruhenden Apparaten durch eine volle Platte von geringer Stärke dargestellt, sondern es ist ein Radius dieses Kreises, die Axe der Stange *a*, herausgegriffen, der in geeignet eingerichtetem Lager in schrägliegender Ebene rotiren kann und gleichzeitig dabei den Ziehfederschenkel stets normal zur Zeichenebene bewegt. Der Haupt- oder Axschenkel des Zirkels besteht aus einem dünnen Stifte *A*, der nach unten in eine feine Spitze ausläuft und eine Hülse *b* mit zwei im Durchmesser liegenden Zacken trägt, die mit der Spitze zusammen zur Einstellung des Zirkels auf die lange Axe dienen. Auf dem Stifte *A* sitzt ferner leicht beweglich eine Hülse *B* mit halbkreisförmigem Stahlbügel *C* und gerändertem Handgriff, und schliesslich zwischen dieser Hülse und dem Ansatz *c* an *A* zur Parallelführung des Ziehfederschenkels ein Gittergelenk *D*, dessen Einrichtung aus der Zeichnung klar hervorgeht. Eine dünne Spiralfeder *d* drängt Hülse *B* und Parallelführung *D* sanft nach oben und stützt sich selbst gegen einen im Fuss *A* sitzenden Stift *e*. Der Ziehfederschenkel *E* besitzt am unteren Ende zwei Verstärkungen *f* und *g*; an *g* wird mittels Zugschraube die Ziehfeder *F* befestigt, während eine durch *f* hindurchragende Pressschraube auf den federnden Theil von *F* wirkt und die Ziehfeder um geringe Beträge verstellen kann.

Fig. 2.

Der schwierigste Theil ist die vom Stahlbügel umgebene Gelenkanordnung *G*, die in doppelter Grösse als Vorderansicht und Schnitt in Figur 2 und 3 zu sehen ist. Auf den Stift *A* ist ein Stahlklötzchen *h* von viereckigem Querschnitt aufgeschraubt, welches wie ersichtlich eine Rundführung *i* hat; *h* besteht aus zwei Theilen, die durch eine Schraube zusammengezogen werden können und eine entsprechend geformte Neusilberscheibe *k* zwischen sich aufnehmen. In den Führungen *i* lässt sich diese Scheibe also kreisförmig um einen in der vertikalen Axe des Zirkelfusses liegenden Mittelpunkt bewegen. Weiter ist die Scheibe *k* mit einer Hohlkugelzone versehen, in welche die Kugel *l* eingebettet und mit einem drehbaren Stift *m* befestigt ist, so dass sie sich nur um diesen drehen kann. Die Kugel *l* ist dann noch seitlich durchsetzt von dem Arm *a*, der wie oben bereits gesagt, als Radius des schräg gestellten Kreises die Führung des Ziehfederschenkels übernimmt. Der Arm *a*, dessen Verlängerung durch einen Schlitz *s* im Stahlbügel *C* hindurchreicht, ist durch das Schräubchen *n* und Nute gegen Drehung gesichert, lässt sich also nur in axialer Richtung verschieben und durch die Klemmschraube *p* feststellen.

In der in Figur 2 gezeichneten Anordnung steht der Arm *a* rechtwinklig zur Umdrehungsaxe des Hauptschenkels, die Ziehfeder würde also bei Drehung des Griffes *B* mit der Hand einen Kreis beschreiben; dabei steht der Stift *A*, Stahlklötzchen *h* und Scheibe *k* still, während sich die Kugel *l* im Lager von *k* um den Stift *m* dreht, zusammen mit Bügel *C* und Hülse *B*; die Theile des Gelenkgitters *D* verändern dabei ihre Stellung zu einander nicht. Zur Zeichnung einer beliebigen Ellipse kehrt man zuerst zu der in Figur 2 gegebenen Stellung zurück und dreht die Scheibe *k* in den Führungen des Stahlklötzchens *h* derart, dass die Neigung des Armes *a* der zu beschreibenden Projektion entspricht. Die Hülse *q*, welche *a* mit *E* beweglich, aber gegen Drehung gesichert verkuppelt (Fig. 1), führt hierbei eine auf- oder abwärtsgehende Bewegung aus, je nach dem man den Arm *a* nach oben oder unten neigt. Bethätigt man nun den Zirkel durch Drehen des Griffes *B*, so bewegt sich wiederum der Bügel *C* im Kreise, nimmt dabei den in seinem Schlitz gleitenden Arm *a* mit, dieser dreht die Kugel *l* um ihre jetzt um

Fig. 3.

den Projektionswinkel schrägstehende Axe, und der Arm *a* ist dadurch gezwungen, die schräge Schnittebene eines Zylinders zu bestreichen, wobei der Gelenkpunkt *r* sich auf der Schnittellipse bewegt, also mit *q* zusammen eine kreisende und zugleich abwärts- bezw. aufwärtsgehende Bewegung ausführt. Der Schenkel *E*, an dem *q* entlang gleitet, kann vermittels des parallelführenden Gelenkes *D*, dessen Stellung sich jetzt unausgesetzt verändert, an der Bewegung theilnehmen und wird zudem annähernd, wenn auch nicht vollkommen, normal zu jedem Kurvenelement gestellt; jedenfalls ist die Lage weit vortheilhafter als bei ähnlichen Konstruktionen.

Will man eine bestimmt vorgeschriebene Ellipse zeichnen, so hat man ausser den bereits besprochenen Manipulationen noch die Einstellung der Radienlänge am schräggestellten Kreise vorzunehmen; dies lässt sich sehr leicht nach Lösen der Klemmschraube *p* an der Kugel *l* bewirken. Beim Zeichnen von Ellipsen in technischen Zeichnungen sind stets die beiden Axen, niemals die Brennpunkte gegeben; man setzt also den Zirkel mit der feinen Mittelspitze in den Schnittpunkt der Axen, sodass die beiden andern Spitzen in der grossen Axe liegen. Dann bringt man den Zirkel in die Stellung der Figur 2 und verschiebt den Arm *a* nach Lösen der Schraube *p*, bis die Ziehfeder über dem Endpunkt der grossen Axe steht, worauf man *p* wieder anzieht. Dreht man den Zirkel jetzt, bis der Ziehfederschenkel in die Verlängerung der kleinen Axe kommt, so hat er einen Viertelkreis beschrieben vom Radius der grossen Axe; man neigt nunmehr ohne die Schraube *p* zu lösen den Arm *a* nach oben oder unten bis die Ziehfeder über dem Endpunkt der kleinen Axe steht; die gesammte Einstellung lässt sich bequem in einer halben Minute vollenden. Die Bethätigung des Zirkels erfolgt dann einfach durch Drehung am Griff *B*.

Zur Erzeugung sehr kleiner Ellipsen lässt sich die Ziehfeder *F* durch die Stellschraube *f* gegen den Axenschenkel hin verstellen; wenn auch hierbei im strengen Sinn keine reinen Ellipsen erzeugt werden, sondern nur sobald die Ziehfeder senkrecht unter dem Punkte *r* steht, so fällt dies doch zumal bei kleinen Beträgen und bei technischen Zeichnungen nicht ins Gewicht; immerhin hat diese Annäherung der Ziehfeder auch eine Grenze.

Der Zirkel hat sehr viele Vorzüge, die besonders in der Parallelführung des Ziehfederschenkels und in der durch die eigenartige Anordnung der Führung mittels Arm *a* erreichten annähernden tangentialen Stellung der Ziehfeder zu jedem Kurvenelement besteht. Andrerseits aber treten auch einige gewichtige Mängel auf; so ist durch die Nothwendigkeit der zwangläufigen Führung des Ziehfederschenkels durch den Arm *a* bei *r* und *G* ein grosser Zwang eingeführt, der selbstverständlich auf die Beschaffenheit der Kurven einen Einfluss ausüben muss. Bei *r* kommt noch die weite Entfernung des Angriffspunktes der Kraft vom Unterstützungspunkt erschwerend hinzu, und besonders bei Ellipsen mit grossem Axenunterschied fällt dieser Mangel sehr in's Gewicht. Bei diesen erreichen die stark gekrümmten Theile der Kurven an den Enden der grossen Axe eine weniger korrekte Form. Ein konstruktiver Mangel dürfte schliesslich in der Beschränkung des Zirkelfusses auf ein möglichst geringes Maass zu finden sein; erscheint dies zur Erlangung möglichst kleiner Ellipsen wünschenswerth, so ist andrerseits die Beanspruchung eine so grosse, dass leicht ein Ausreissen des Papiers stattfinden kann. Dem Verfasser scheint kein Grund selbst gegen eine soweit gehende Vergrösserung des Zirkelfusses vorzuliegen, dass der ganze übrige Mechanismus innerhalb desselben zu liegen kommt. Allerdings verliert der Zirkel dann seine zierliche Form und beim Zeichnen der Ellipsen wird eine allerdings äusserst geringe Mehrarbeit — Verlängerung der Axen — erfordert, dafür gewinnt er aber bedeutend an Sicherheit. Jedenfalls bedeutet die vorliegende Konstruktion einen bemerkenswerthen Fortschritt auf dem Gebiete der technisch brauchbaren Ellipsenzirkel.

Zu beziehen ist das Instrument von Eckert & Hamann, Friedenau, Hedwigstr. 17.

Berlin, Juli 1893. *K. Friedrich.*

Referate.

Sur la variation thermique de la résistance électrique du mercure.

Von Ch. Ed. Guillaume. *Compt. Rend.* ***115.*** *S. 414.* *(1892.)*

Da die neueren Bestimmungen über den Temperaturkoeffizienten des Quecksilbers noch recht erhebliche Unterschiede aufweisen, unternahm es Verf., unter Benutzung der thermometrischen Hilfsmittel des *Bureau international des Poids et Mesures* in Breteuil, nochmals ausgedehntere Messungsreihen zur Ermittlung dieser Grösse anzustellen. Die erste Gruppe der im Winter 1890/91 angestellten Versuche litt noch an gewissen systematischen Fehlern, von denen die definitiven Messungen frei sind. Für die elektrische Vergleichung der Quecksilberwiderstände kamen zwei, auf der Wheatstone'schen Brücke beruhende Methoden zur Anwendung; bei der ersten wurde die Differenz der Widerstände an einem sorgfältig kalibrirten Brückendraht gemessen, bei der zweiten wurde das Galvanometer durch einen an den grösseren Widerstand gelegten Nebenschluss auf Null zurückgeführt. Der eine der Quecksilberwiderstände war dabei auf konstanter Temperatur gehalten, während der andere nach und nach auf verschiedene Temperaturen erwärmt wurde. Um in der Wahl der Stromstärken nicht zu sehr beschränkt zu sein, verwandte Verf. ziemlich weite Rohre (30 *g* Quecksilber pro *Ohm*). Die Zuleitung zu den weiten Endgefässen bildeten modifizirte Benoît'sche Kontakte. Die Anordnung der Versuche war so getroffen, dass immer dieselben Zuführungsdrähte benutzt wurden, so dass man diese nicht in Rechnung zu ziehen brauchte.

Die Messungen geschahen in Intervallen von 2 zu 2° zwischen 0 und 64° in auf- und absteigender Reihe. Es zeigte sich hierbei, dass die Quecksilberkopien konstant blieben. Die erste Gruppe der Beobachtungen umfasst 32 Reihen von Vergleichungen in Wasser und 8 Reihen in Eis und Wasserdampf, die zweite Gruppe 37 Reihen mit dem Brückendraht und ebensoviele mit Nebenschluss; jede dieser Reihen enthält 28 Messungen.

Für die erste Gruppe giebt Verf. nur die Formel für den scheinbaren Widerstand des Quecksilbers in französischem Hartglas, bezogen auf die Temperaturskale der Thermometer aus demselben Glas:

$$r_t = r_o\ (1 + 0{,}0008726\, t + 0{,}000001057\, t^2).$$

Die zweite Gruppe ergab für dieselbe Grösse

a) mit dem Brückendraht:

$$r_t = r_o\ (1 + 0{,}00087537\, t + 0{,}0000010621\, t^2),$$

b) mit Nebenschluss:

$$r_t = r_o\ (1 + 0{,}00087671\, t + 0{,}0000010469\, t^2).$$

Unter Benutzung der Bestimmungen von Benoît und Chappuis für die Ausdehnung des französischen Hartglases berechnet sich daraus der absolute spezifische Widerstand des Quecksilbers, bezogen auf die Temperaturskale des Wasserstoffthermometers zu:

a) $\rho_T = \rho_o\ (1 + 0{,}00088745\, T + 0{,}0000010181\, T^2),$

b) $\rho_T = \rho_o\ (1 + 0{,}00088879\, T + 0{,}0000010022\, T^2).$

Hieraus findet man für die Werthe $\rho_T : \rho_o$ bei den verschiedenen Temperaturen:

T	nach a	nach b
0	1,00000	1,00000
10	1,00890	1,00891
20	1,01801	1,01803
30	1,02731	1,02734
40	1,03682	1,03685
50	1,04653	1,04656
60	1,05644	1,05646

Reduzirt man mit Hilfe dieser Zahlen die neueren Ohmbestimmungen, so ergiebt sich der Werth

$$106{,}3 \frac{cm}{(microliter)^{2/3}} \; Hg \text{ bei } 0^\circ.$$

W. J.

Ueber den Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes von Quecksilber und die Quecksilberwiderstände der Reichsanstalt.

Von D. Kreichgauer und W. Jaeger. *Wied. Ann.* **47.** *S. 513.* (*1892.*)

(Mittheilung aus der I. Abth. d. Phys.-Techn. Reichsanstalt.)

Die zur Bestimmung der Temperaturkoeffizienten des Quecksilbers dienenden Quecksilberkopien von etwa 1 *Ohm* bestanden aus Jenaer Glas 16^{III}. Dieselben waren **S**-förmig gebogen und an den Enden zu kugelförmigen Erweiterungen aufgeblasen; nach dem Füllen mit gut gereinigtem Quecksilber im Vakuum waren sie durch Zuschmelzen hermetisch verschlossen worden. Die Zuleitungen für den Strom, das Galvanometer und den event. Nebenschluss bilden je drei eingeschmolzene Platindrähte, welche zu Klemmen führen, die auf dem Ebonitdeckel des die Kopie einhüllenden Messinggehäuses aufsitzen. Beim Gebrauch werden die so montirten Kopien in eine mit Petroleum gefüllte, durch einen Ebonitdeckel verschlossene Messinghülse so tief eingetaucht, dass die Klemmen noch von Petroleum überragt sind; diese Hülse wird ferner bis an den oberen Rand in das betreffende Bad (für gewöhnlich ein Brei aus feinem Eis und Wasser) eingesenkt, so dass die ganze Kopie die Temperatur des Bades annimmt. Da die für die elektrische Vergleichung angewandte Methode (des übergreifenden Nebenschlusses von F. Kohlrausch) die Verwendung dünner Zuleitungsdrähte gestattet, so sind Fehler durch Wärmeleitung fast ganz ausgeschlossen. Ausser der Kohlrausch'schen Methode, die hinsichtlich ihrer Genauigkeit näher besprochen wird, kam noch als zweite Methode eine Art Doppelbrücke zur Verwendung, bei der das Galvanometer stromlos ist. Dieselbe lieferte innerhalb der Beobachtungsfehler übereinstimmende Resultate. Die Genauigkeit der elektrischen Vergleichung von Quecksilberkopien betrug etwa ein Milliontel des Werthes; die Kopien selbst erwiesen sich als sehr konstant. Da unter Umständen die Stromwärme unkontrolirbare Fehler hervorrufen kann, so kamen nur Ströme von etwa 0,01 *Amp.* zur Verwendung. Die zur Temperaturmessung angewandten Thermometer aus Jenaer Glas 16^{III} waren nach den im *Bureau international* zu Sèvres und den in der Reichsanstalt gebräuchlichen Methoden individuell genau untersucht; die Angaben derselben wurden mit Hilfe der von Chappuis angegebenen Werthe auf die Wasserstoffskale reduzirt. Fünf Quecksilberkopien, deren Werthe bei 0° durch vorangegangene Vergleichung festgestellt waren, wurden zwischen 14,6 und 28,5° bei steigender und fallender Temperatur mit einem auf konstanter Temperatur gehaltenen Drahtnormal (Manganinwiderstand) verglichen. Bei der Ausgleichung erhielten die Beobachtungen zwischen 18 und 24° doppeltes Gewicht, da hier die Temperatur mehrere Stunden auf wenige hundertel Grad konstant blieb. Die Temperaturkoeffizienten zeigen für die einzelnen Kopien geringe Unterschiede. Im Mittel findet sich für den scheinbaren Widerstand w_t des Quecksilbers im Jenaer Glas 16^{III} bei der Temperatur t der Wasserstoffskale:

$$w_t = w_0 \,(1 + 0{,}000875\, t + 0{,}00000125\, t^2).$$

Unter Berücksichtigung der Ausdehnung des Jenaer Glas 16^{III} (Thiesen und Scheel, *diese Zeitschr. 1892. S. 295*) berechnet sich der absolute spezifische Widerstand des Quecksilbers zu:

$$w_t' = w_0 \,(1 + 0{,}0008827\, t + 0{,}00000126\, t^2).$$

Eine graphische Zusammenstellung der Werthe $w_t' : w_0$ nach verschiedenen Beobachtungen zeigt, wie weit die bisherigen Bestimmungen auseinandergehen (die neueren Bestimmungen bis zu etwa 0,0005 bei 20°). Dagegen ergiebt sich eine sehr gute Uebereinstimmung mit der von Guillaume gefundenen Formel (siehe das vorige Referat), wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht.

t	$w_t : w_0$ Guillaume	Kr. u. J.
0	1,00000	1,00000
5	1,00446$_5$	1,00444$_5$
10	1,00898	1,00895$_5$
15	1,01355	1,01352$_5$
20	1,01816$_5$	1,01816
25	1,02283$_5$	1,02285$_5$
30	1,02755	1,02761$_5$

Die Uebereinstimmung der beiden Formeln wird wesentlich der Gleichheit der benutzten Temperaturskalen zugeschrieben. *W. J.*

Sur la variation thermique de la résistance électrique du mercure.

Von Ch. Ed. Guillaume. *Compt. Rend.* ***116.*** *S. 51.* *(1893.)*

Verf. weist auf die gute Uebereinstimmung hin, welche zwischen seinen Messungen über den Temperaturkoeffizienten des Quecksilbers und den in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführten Bestimmungen (vgl. das vorige Referat), derselben Grösse besteht. Nach seiner Ansicht entspricht indessen das zweite Glied der dort gefundenen Formel nicht ganz der Krümmung der Kurve; Verf. ersetzt daher den zweiten Koeffizienten durch den von ihm selbst gefundenen, den er für wahrscheinlicher hält, da seine Beobachtungen bis 64° reichen. Für den ersten Koeffizienten berechnet er dann 0,0008884, durch welchen Werth die Abweichungen zwischen der neu berechneten Formel und der ursprünglichen innerhalb der in Betracht kommenden Temperaturgrenzen zu einem Minimum gemacht werden.

Die neu berechnete Formel

$$1)\ \rho_T = \rho_0\ (1 + 0{,}0008884\,T + 0{,}00000101\,T^2)$$

wird dadurch fast identisch mit der des Verfassers

$$2)\ \rho_T = \rho_0\ (1 + 0{,}0008881\,T + 0{,}00000101\,T^2)$$

Uebrigens ist zu bemerken, dass auch die ursprüngliche Formel zwischen 0 und 25° im Maximum nur eine Abweichung von 0,00003 von Formel 2 zeigt, eine Grösse, die wohl auch innerhalb der Beobachtungsfehler fällt.

Verf. hält die Uebereinstimmung der beiderseitigen Resultate für um so bemerkenswerther, als die Messungen ganz unabhängig nach vollkommen verschiedenen Methoden ausgeführt wurden, die des Verf. in französischem Hartglas nach zwei auf der Wheatstone'schen Brücke basirenden Methoden, die der Herren Kreichgauer und Jaeger dagegen in Jenaer Glas nach der Methode des übergreifenden Nebenschlusses. In Paris wurden ferner modifizirte Benoît'sche Kontakte angewandt, in Berlin eingeschmolzene Drähte als Zuleitungen; ausserdem kam in verschiedener Weise gereinigtes Quecksilber zur Verwendung. Bei der grossen Zahl von Beobachtungen kann daher die gute Uebereinstimmung kein Zufall sein, sie beweist vielmehr die Zuverlässigkeit richtig behandelter Quecksilberkopien. *W. J.*

Apparat zur Reduktion des Barometerstandes auf 760 *mm*.

Von A. W. J. Boekhout. *Zeitschr. f. anal. Chem.* ***31.*** *S. 666.* *(1892.)*

„Der Apparat hat den Zweck, bei der fraktionirten Destillation den Druck im Destillationsgefäss auf 760 *mm* zu reduziren, wenn der Barometerstand höher ist als 760 *mm*." Er funktionirt zufolge der Saugwirkung, welche entsteht, wenn man einen Strom Wasser gleichzeitig durch zwei Rohre vertikal nach unten ausfliessen lässt, von denen das eine länger als das andere ist. Ein System solcher Rohre wird am Rezipienten angebracht und durch Wasser aus der Leitung gespeist. Die saugende Wirkung hängt von dem Höhenunterschiede der Ausflüsse ab und muss nach dem jeweiligen Barometer-

stande veränderlich sein. Diese Veränderlichkeit erreicht man dadurch, dass an dem kürzeren Rohr mittels biegsamen Schlauches ein Ausflussgefäss angebracht wird, das man in verschiedenen Höhen feststellen kann. *Fm.*

Ueber elektrische Oefen.

Von H. Moissan *und* J. Violle, sowie von E. Ducretet *und* L. Lejeune.
Chem.-Ztg. Repertorium **17.** *S. 85 und 97 nach Compt. Rend.* **116.** *S. 549 und 659. (1893).*

Seitdem man angefangen hat, die chemischen Laboratorien mit elektrischen Anlagen auszustatten, erschien es wünschenswerth, Oefen zu besitzen, in denen die hohe Temperatur und die chemische Wirksamkeit des Lichtbogens verwendbar gemacht werden konnte. Vor kurzem sind sowohl von H. Moissan und J. Violle als auch von E. Ducretet und L. Lejeune Konstruktionen für elektrische Oefen angegeben, deren Beschreibung hier folgt.

Fig. 1.

Der Schmelzraum des Moissan-Violle'schen Ofens (Fig. 1) ist ein kurzer Zylinder *Z* aus Kohle, der eben so hoch als weit ist, und beiderseits durch Kohlenplatten verschlossen ist. Er steht in einem Block *K* aus Kalk, und zwar so, dass seine Wand von der Kalkwand durch eine Luftschicht von 5 *mm* Dicke getrennt ist; die Bodenplatte ruht auf einem Magnesiaziegel. Durch seitliche Oeffnungen werden die horizontal liegenden Kohleelektroden *E* eingeführt, welche durch Muffen *M* aus Kupfer mit der Stromleitung in Verbindung stehen. Gleichzeitig dienen die Muffen dazu, die Elektroden an Stativen zu befestigen, die durch eine einfache horizontale Schlittenvorrichtung Aenderungen im Abstand der Kohlenspitzen von einander ermöglichen. Die in diesem einfachen Ofen erreichbaren Temperaturen lassen sich nach einer Bestimmung von Violle auf 3500° steigern.

Fig. 2.

Die Konstruktion von Ducretet-Lejeune (Fig. 2) gestattet eine genauere Regulirung der Flamme. Die in ihren Fassungen *M* ebenfalls verschiebbaren Elektroden *E* sind gegen einander unter einem Winkel von 90° geneigt. Der Tiegel *Z* mit seinem Inhalt kann von aussen durch eine Schraube *S* dem Lichtbogen mehr oder weniger genähert werden, und schliesslich gestattet ein ausserhalb des Ofens angeordneter Magnet *A*, den Bogen zu einer „elektrischen Stichflamme“ zu verlängern. *Fm.*

Kontinuirlich wirkender Saug- und Druckapparat.

Von W. Reatz (i. F. W. F. Noellner). *Zeitschr. f. anal. Chem.* ***31.*** *S. 669. (1892.)*

Die durch strömendes Wasser betriebene Vorrichtung besteht aus zwei ganz gleich konstruirten Theilen, die fest mit einander verbunden sind. Jeder derselben ist ein vertikal stehendes zylindrisches Zinkgefäss, das mit einer Zuflussröhre, einem Heber zum Ablassen des eingelaufenen Wassers, einem Saug- und einem Druckventil versehen ist. Die Zuleitung für die beiden Saugventile und die Ableitung für die beiden Druckventile ist für beide Trommeln gemeinschaftlich. Das durch ein Schaukelrohr zufliessende Wasser füllt zunächst das eine der beiden Zinkgefässe an und drückt die Luft heraus. Füllt sich das Gefäss an, so wird durch einen Schwimmer, der mit der Schaukelröhre in fester Verbindung steht, diese umgelegt und füllt nun den zweiten Zylinder mit Wasser. In dem ersten Gefässe tritt nach erfolgter Füllung der Heber in Thätigkeit, entleert das Gefäss und saugt damit Luft von aussen durch das Saugventil an. *Fm.*

Neu erschienene Bücher.

Anleitung zum Experimentiren bei Vorlesungen über anorganische Chemie. Von Dr. Karl Heumann. 2. Aufl. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn. 1893.

Das Buch bringt in einfacher, klarer und übersichtlicher Darstellung Vorschriften über die zweckmässigste Art, die Eigenschaften der ins Gebiet der anorganischen Chemie gehörigen Stoffe und die allgemeinen Gesetze derselben zu demonstriren. In einem allgemeinen Theile wird zunächst als Muster eines Experimentirraumes der neue Hörsaal für Chemie des Züricher Polytechnikums kurz beschrieben, und im Anschluss daran die zweckdienlichste Konstruktion und die Handhabung der häufig gebrauchten Vorrichtungen und Utensilien des Laboratoriums erläutert. Weiter folgen nützliche Weisungen für die Behandlung der täglich benutzten Materialien, wie Glas, Kork, Kautschuk, und dann werden, was als besonders dankenswerth zu begrüssen ist, einige physikalische Erscheinungen und Methoden durch markante Versuche dargestellt. — Im speziellen Abschnitte werden dann systematisch von jedem Element und jeder Verbindung die Gewinnung, die Eigenschaften, die Reaktionen und eventuell die Zersetzung abgehandelt. Sehr häufig sind zur Demonstration einer Eigenschaft mehrere Ausführungsformen des betreffenden Versuches angegeben, so dass der Experimentator je nach individueller Neigung oder den zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln die eine oder die andere wählen kann. Alle Apparate, die in Form oder Zusammensetzung über das allgemein Bekannte hinausgehen, sind durch Abbildungen erläutert. Bei gefährlichen Experimenten macht der Verfasser auf die Gefahren aufmerksam und giebt Vorsichtsmaassregeln zu ihrer Verhütung an, in einigen Fällen, wie beim Phosphor, auch die geeigneten Mittel zur Behandlung etwa eingetretener Verletzungen. Vielfach sind in das Buch Beschreibungen solcher Versuche aufgenommen, die über das Maass des gewöhnlich in Vorlesungen Gebotenen hinausgehen, die sich aber als zur Demonstration besonders geeignet erwiesen haben, und Versuchs-Anordnungen, die weit und breit in der Fachliteratur verstreut geblieben waren. Wo es nöthig wird, lässt sich der Verfasser die Richtigstellung zwar verbreiteter, aber dennoch irriger Annahmen angelegen sein. (Vgl. die Fussnoten auf den Seiten 197, 221, 653.) *Fm.*

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Vierter Deutscher Mechanikertag in München.

Der vierte Deutsche Mechanikertag, der im vorigen Jahre wegen der Cholera-gefahr abgesagt werden musste, wird am 8. und 9. September d. J. in München abgehalten werden. Wie im Vorjahre hat auch diesmal der Polytechnische Verein in München die Vorarbeiten und Bestellung eines Ortsausschusses freundlichst übernommen. Ausser

einigen vielversprechenden Vorträgen und den formalen Angelegenheiten der *Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik* werden hauptsächlich folgende Fragen den Mechanikertag beschäftigen: 1. Einführung einheitlicher Schraubengewinde. 2. Einführung einheitlicher Rohrdimensionen. 3. Betheiligung an der für das Jahr 1896 geplanten Ausstellung in Berlin. 4. Bericht über das demnächst erscheinende „Adressbuch für die deutsche Mechanik und verwandte Berufszweige". 5. Erhebung eines Eintrittsgeldes für Lehrlinge.

Einige Vorträge über neue Arbeitsverfahren werden sich den Berathungen anschliessen. Für den Nachmittag des 8. September ist eine Theilnahme an den Veranstaltungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung in Aussicht genommen. Ein gemeinsamer Ausflug am 10. September soll den Schluss des Mechanikertages bilden.

Nähere Mittheilungen über Ort und Zeit der Sitzungen, Wohnungsverhältnisse u. s. w. werden die demnächst zur Versendung gelangenden Einladungen bringen.

Deutsche Naturforscherversammlung in Nürnberg.

Abtheilung (No. 32) für Instrumentenkunde.

Unmittelbar auf den Mechanikertag folgend wird am 11. bis 15. September d. J. die 65. Naturforscherversammlung in Nürnberg abgehalten. Ueber die Verhandlungen der Abtheilung (No. 32) für Instrumentenkunde wurde bereits im Juniheft berichtet.

Der Vorstand der *Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik* richtet an die Mitglieder die Bitte, sich recht zahlreich an den Verhandlungen zu betheiligen, u. a. auch durch Vorführung neu konstruirter Instrumente. Es wird empfohlen, sich an Institute, welche in letzter Zeit sich interessante Instrumente haben bauen lassen, mit der Bitte zu wenden, dieselben entweder durch geeignete Beamte dort erläutern zu lassen, oder sie zu diesem Behufe auf kurze Zeit darzuleihen.

Anmeldungen von Vorträgen sind zu richten an den Kgl. Gymnasialprofessor Herrn Chr. Dietsch, Nürnberg, Obere Pirkheimerstrasse 43.

Patentschau.

Wechselrädergetriebe an einer Metallbearbeitungsmaschine. (Zusatz zum Patent No. 51989 vom 7. Februar 1889. Vgl. *diese Zeitschr. 1892. S. 531.*) Von W. v. Pittler in Leipzig-Gohlis. Vom 8. Januar 1892. No. 65866. Kl. 49.

Die Welle *a* (Fig. 1) des Wechselrädergetriebes ist mit zwei Schneckenrädern *d* ausgerüstet, welche durch Drehen des Gehäuses *D* abwechselnd mit der auf der Drehbankspindel *L* sitzenden Schnecke *e* nach Bedarf in Eingriff gebracht werden können. Die Schnecke *e* und das eine der Schneckenräder *d* können auch ihre Träger wechseln, um die Theilscheibe *s*, Fig. 2, mit dem Index *t* auf der Welle *a* anbringen zu können. Im letzteren Falle kann auch die Schnecke *e* in ein exzentrisches Vorgelegerad eingreifen, um die Drehbankspindel mit veränderlicher Geschwindigkeit zu drehen.

Fig. 1.

Fig. 2.

Refraktions-Augenspiegel mit selbthätiger Linsenkombination und Angabe der summirten Kombinationswerthe. Von A. Roth in Berlin. Vom 5. April 1892. No. 66215. Kl. 42.

Bei Augenspiegeln mit Linsenscheibe (Recoss'scher Scheibe) wird vermöge eines an dieser Scheibe angebrachten, spiralich gewundenen Führungsganges ein die Kombinationslinsen tragender Hebel selbthätig ein- und ausgeschaltet, und hierbei zugleich ein Zeiger, der die Kombinationswerthe summirt anzeigt, von einem Skalenkreis zu dem der neuen Kombination entsprechenden anderen Skalenkreis bewegt.

Bohrmaschine zum selbthätigen Bohren von Löchern von bestimmter Tiefe. Von R. Fiège in London. Vom 5. Februar 1892. No. 65554. Kl. 49.

Die den ruckweise erfolgenden Vorschub der Bohrspindel *K* einleitende Schaltklinke *R* wird von der verschiebbaren Muffe *G* einer auf einer stetig gedrehten Antriebswelle *A* sitzenden Klauenkupplung *E F* ausgerückt, d. h. die Arbeitsbewegung der Bohrspindel *K* wird aufgehoben, sobald die verschiebbare Kupplungsmuffe *G* durch einen der Axialbewegung der Bohrspindel *K* folgenden Mitnehmer *J*, welcher die Anschläge *H* und *I* der Muffe *G* beeinflusst, die Klauenkupplung einrückt. Dadurch wird nämlich das Rädervorgelege *C D L* zwischen die Antriebswelle *A* und die Bohrspindel *K* geschaltet, welches letztere entgegen der Arbeitsbewegung axial verschiebt, und zwar so lange, bis der Mitnehmer *J* gegen den anderen Anschlag *H* von *G* anstösst und darauf wieder die Kuppelung *E F* ausrückt. Die Stellung der Anschläge *H* und *I* zu einander bestimmt die zu bohrende Lochtiefe.

Vorrichtung zum Bohren konischer Löcher. Von F. Morgner in Prag. Vom 22. März 1892. No. 65473. Kl. 49.

Diese Vorrichtung besteht aus einer Bohrstange *B*, welche gegen die Rotationsaxe unter einem beliebigen Winkel einstellbar ist, so dass diese Axe eine Kegelfläche bestreicht. Das Messer *m* wird mit seiner Schneidekante in einer zur letzteren parallelen Kegelfläche verschoben. Die Bohrstange muss an dem einen Ende in einem Kugellager *K* gestützt werden.

Doppelbild-Entfernungsmesser für mehrere Beobachtungshöhen. Von Gutjahr in Bromberg. Vom 31. Januar 1892. No. 65905. Kl. 42.

Um zugleich für mehrere der Messung zu Grunde gelegte Beobachtungshöhen (Reiterhöhe, Manneshöhe, Kniehöhe u. s. w.) die Entfernung ablesen zu können, sind auf einer Walze, von welcher aus die bewegliche Halblinse des Entfernungsmessers um die Bildhöhe der beobachteten Grösse verschoben wird, mehrere Entfernungstheilungen angebracht. Bei der Drehung der Walze behufs der Einstellung der Halblinse wird durch eine Schraubennut der Walze eine Stange mit mehreren Zeigern verschoben, von denen jeder einer bestimmten Beobachtungshöhe entspricht und auf eine jener Entfernungstheilungen weist.

Vorrichtung zur Prüfung von Geschwindigkeiten nach dem durch das Patent No. 50665 geschützten Verfahren. Von Fr. Egge in Kiel. Vom 12. Dezember 1891. No. 65692. Kl. 42.

Die benutzte Uhr *a* wird mittels eines Diskusgetriebes *e m* bewegt, von welchem der eine Theil (hier *m*) gegen den anderen zu dem Zwecke verschiebbar angeordnet ist, mit derselben Vorrichtung auf leichte Weise verschiedene Geschwindigkeiten prüfen zu können. Die Verschiebung wird in der abgebildeten Ausführung durch das Zahnstangengetriebe *n o* bewirkt.

Feinmessinstrument mit Zählwerk. Von J. Smith in Edinburgh. Vom 1. August 1891. No. 65787. Kl. 42.

Die Bewegung der Messschraube *D* einer Schraublehre wird in geeigneter Weise, nach der Figur durch einen in einen Schlitz der Hülse *e* greifenden Stift *d*, auf die Zifferscheiben *E* eines Zählwerkes übertragen. Ein solches Zählwerk kann auch bei Schraublehren mit Differenzialschraube angewendet werden.

Vereinigte Hobel-, Stoss- und Bohrmaschine. Von O. Dietrich in Chemnitz. Vom 15. März 1892. No. 65561. Kl. 49.

Auf dem hinteren Ende des Stössels *a* ist eine Bohrmaschine *c d* derartig befestigt, dass dieselbe durch Umwenden des Stössels über den Tisch *m* bezw. Schraubstock *n* gebracht werden kann. Im Innern des Stössels *a* ist eine Stossstange um den horizontalen Zapfen *x* drehbar gelagert, in welcher ein senkrechter oder horizontaler Stossmeissel befestigt werden kann, um dieselbe zum Stossen von Keilnuten verwenden zu können.

Rohrabschneider mit unter Federdruck stehendem Rohrhalter. Von C. Franke in Halle. Vom 2. April 1892. No. 65912. Kl. 49.

Das stellbare Führungsmesser des im Hauptpatente beschriebenen Rohrabschneiders ist durch einen Stempel *m* ersetzt worden, welcher durch die Feder *f* und den Hebel *d* beständig auf das zu zerschneidende Rohr gedrückt wird, um die Einstellung des Stempels überflüssig zu machen.

Einstellvorrichtung für eine *Camera lucida*. Von H. Eppers in Braunschweig. Vom 18. Juli 1891. No. 65849. Kl. 42.

Die Einstellung der zum Zeichnen von Landschaften und grösseren Vorlagen geeigneten, aus einem Zeichenbrett, einem mit diesem starr verbundenen Vorlagenhalter und einer in ihrem Abstand zum Zeichenbrett und zum Vorlagenhalter beliebig verstellbaren *Camera lucida* bestehenden Zeichenvorrichtung erfolgt mit Hilfe von parallelen Linien, die zu diesem Zweck auf dem Zeichenbrett und auf dem Vorlagenhalter angebracht sind.

Opernglashalter. Von R. Fiedler in Breslau. Vom 5. April 1892. No. 65525. Kl. 42.

Der Opernglashalter kann mit dem Opernglas leicht in und ausser Verbindung gebracht werden. Um ihn daran zu befestigen, lässt man die Haken *K* über den Steg *L* greifen und zieht den Handgriff *A* nach unten, wobei sich die den Hakenschaft umgebende Schraubenfeder *J* spannt. Wenn sodann der Ansatz *G* hinter die untere Kante des Steges *L* gebracht ist, giebt man den Griff frei. Die Feder *J* zieht hierauf den Halter nach oben und hält ihn am Glas eingeklammert fest. Zur Lösung des Halters genügt wiederum ein Zug nach unten. Der eigentliche Griff, Fig. 1, besteht aus zwei teleskopartig ausziehbaren, durch Reibung festgehaltenen Theilen.

Fig. 1. Fig. 2.

Federnder Kegelring als Sicherung für die auf Wellen, Zapfen oder dergleichen anzubringenden Maschinentheile. Von E. Drinkwater, Carver in Wimbledon, England. Vom 30. September 1891. No. 65405. Kl. 47.

Der in eine Ringnut *a* eingreifende gespaltene Kegelring *b* dient zur Sicherung gegen Längsverschiebung, sowie zum selbthätigen Festziehen von Rädern oder Riemscheiben auf Zapfenwellen und dergleichen.

Formenschmiege. Von R. Behmer in Berlin. Vom 23. Februar 1892. No. 65907. Kl. 42.

Die Formenschmiege besteht aus schmiegsamen und unelastischen Metallbandstücken, die gelenkig mit einander verbunden und mit einer beliebigen Eintheilung versehen sind. Sie dient dazu, Form und Grösse beliebiger Körper (eines menschlichen Fusses oder dergl.) durch Anschmiegung so aufzunehmen, dass nach Abnahme der Formenschmiege mittels letzterer der Umriss des betreffenden Körpers aufgezeichnet werden kann. Die Gelenke *g* sollen hierbei die Abnahme ohne Verbiegung der Schmiege ermöglichen; die Eintheilung wird zur Bestimmung des Kreuzungspunktes *k* benutzt.

Verfahren zur Bestimmung der Leuchtkraft. Von L. Simonoff in St. Petersburg. Vom 20. Februar 1892. No. 66208. Kl. 42.

Man druckt schwarze Schriftzeichen, Figuren u. s. w., auf verschiedene Blätter, von denen das eine rein weiss ist, das folgende einen schwachen grauen Aufdruck hat, das hierauf folgende mit einem zweimaligen Aufdruck desselben Farbtons versehen ist u. s. w. Man erhält auf diese Weise Tafeln mit immer dunkler werdendem Untergrund, so dass die Schriftzeichen einer derselben bei einer bestimmten Lichtstärke noch gelesen werden können. Nun kann man leicht feststellen, wie viel Normalkerzen für jede Tafel wenigstens nöthig sind, um eine genügende Beleuchtung herbeizuführen, und kann alsdann umgekehrt aus dem Umstand, dass die Schriftzeichen einer gewissen Tafel gelesen werden können, die der folgenden aber nicht, ermitteln, wieviel Normalkerzen die gerade herrschende Beleuchtung entspricht.

Die beschriebenen Tafeln werden zweckmässig zu einem Buch vereint; sie können auch mit farbigen Zeichen zur Ermittlung etwaiger Farbenblindheit versehen sein.

Arbeitsmesser. Von Ferd. Grabe in Danzig. Von 15. Januar 1892. No. 66203. Kl. 42.

Der Stand eines durch Rollen geführten Gleitrahmens *S* zeigt entweder unmittelbar an einer Skale *w* oder mittels eines besonderen Zeigerwerkes die Arbeitsmenge (Pferdestärke) an, die in einem gegebenen Augenblicke geleistet wird. Die Bewegung dieses Rahmens wird von zwei Seiten beeinflusst: Erstens von einem Geschwindigkeitsmesser (Regulator), der die Stange *g* entsprechend der jeweiligen Geschwindigkeit mittels eines parallel geführten Stabes *f* hebt oder senkt und zweitens von der Kolbenstange *k* eines Indikators, auf welchem der Druck eines Fluidums (Luft oder Flüssigkeit) wirkt, das unter dem Druck der jeweils übertragenen Kraft steht. Dieser Luft- oder Flüssigkeitsdruck wird in bekannter Weise erzeugt, indem an der treibenden Riemenscheibe ein Kolben und an der getriebenen Scheibe der zugehörige, mit jenem Indikator kommunizirende Zylinder dergestalt angeordnet ist, dass die getriebene Scheibe durch den von dem Kolben erzeugten Druck der benutzten Flüssigkeit fortbewegt wird. Die Stange *g* trägt an einem Drehzapfen einen Wagen *N*, der bei den Bewegungen der Stange *g* an dem als feststehend zu denkenden Stab *e* entlang zu rollen gezwungen wird. Dies kann aber nur unter seitlicher Bewegung von *g* geschehen, wobei *g* den Gleitrahmen *S* mitnimmt. Die Kolbenstange *k* des Indikators dagegen wirkt dadurch auf den Rahmen *S* ein, dass sie mit einer Stange *l* drehbar verbunden ist, die in der unbeweglichen Hülse *h* des Stabes *e* lagert und in Folge dessen den Stand des darauf geführten Wagens *N* ändert.

In den beiden Figuren ist der Mechanismus in zwei verschiedenen Stellungen gezeichnet.

Für die Werkstatt.

Neuer Rohr- und Rundeisen-Abschneider. Von E. Kelling. *Metallarbeiter Nr. 86 S. 678 (1892).*

Die Firma E. Kelling in Dresden liefert einen unter Nr. 51835 patentirten Rohrabschneider, der sich zum Abschneiden von Rundeisen- und Rundmessingstäben, Eisenröhren und wohl auch Messingröhren von nicht zu geringer Wandstärke eignet. Er besteht aus zwei Haupttheilen, einem Anschlage *A* und der eigentlichen Schneidekluppe *B*. Der Anschlag *A* hat die Form einer Schraubzwinge mit zwei Backen, welche durch die Schraube *s* gegen das Rohr gedrückt werden und dieselbe gut rechtwinklig zum Rohre stellen, da sie eine beträchtliche Länge haben also gute Führung geben. Die Kluppe *B* umschliesst das abzuschneidende Rohr bis zur Hälfte und trägt ausserdem ein um das Scharnier *S* drehbares gezahntes Bogenstück *M*, welches mittels Ueberwurfes und der Schraube *N* ebenfalls gegen das Rohr gelegt werden kann und die Kluppe dadurch sicher stellt. Der Stichel hat die richtige Form eines Schneidewerkzeuges und wirkt schneidend, nicht quetschend, wie die Rädchen ähnlicher Konstruktionen. Er sitzt an einem langen Stahlstabe, der gegen Drehung gesichert in dem linken Heft *H* der Kluppe geführt wird, ein Gewinde besitzt und durch die als Zahnrädchen geformte Mutter *R* bei ihrer Drehung vorbewegt wird. Dieses Zahnrad wird selbthätig dadurch um den Weg eines Zahnes bewegt, dass es bei

der Drehung der Kluppe gegen eine Schaltklinke z des feststehenden Anschlages A stösst. Bei fortgesetzter Drehung der Kluppe in demselben Sinne wird also eine stetige Tieferstellung des Stichels erfolgen. Zur Arbeit wird nun die Kluppe auf das in den Schraubstock gespannte Rohr gesetzt und durch Verschieben der Kluppe der Schneidestichel auf die durch Kreide oder einen Feilstrich markirte Stelle eingestellt. Das Bogenstück M wird dann so festgezogen, dass die Kluppe sich sicher auf dem Rohre drehen kann, und nun der Anschlag A gegen die Kluppe gelegt und festgezogen. Der Stichel hat die Form der gewöhnlichen Abstechstähle und verlangt deshalb eine stets nur im Sinne des Uhrzeigers erfolgende Drehung der Kluppe, wenn er nicht abbrechen soll.

Die Vortheile der Kluppe bestehen hauptsächlich in der günstigen Schneidewirkung des Stichels und seiner Festigkeit anderen Konstruktionen gegenüber. Die Form der die Röhren verschiedenen Durchmessers umschliessenden Backen ist zweckmässig anders zu wählen, nicht in der Form von Zylindern, die nur für einen bestimmten Rohrdurchmesser passen können, sondern etwa als rechtwinklig prismatische Ausschnitte. Die Festlegung der Backe M erscheint sehr einfach und zweckmässig. *K. F.*

Neues Heft für Werkzeuge. Von H. Schiffers. *Bayer. Ind.- u. Gewerbeblatt No. 46. S. 531 (1892).*

Für den Gebrauch in Werkstätten wird es sich stets empfehlen, für Werkzeuge verschiedener Grösse besondere Hefte zu verwenden, da eine Auswechselung z. B. der Stichel und Schraubenzieher zeitraubend und langweilig ist. Für den Monteur, Zeichner oder Beobachter indessen, der nur zeitweise und vielleicht ausserhalb seines Arbeitsraumes derartige Werkzeuge verwenden muss, dürften sich für verschiedene Werkzeuge gemeinsame Werkzeughefte empfehlen.

Fig. 1.

An obenzitirter Stelle wird ein Einsatzheft beschrieben, welches von der Fabrik H. Schiffers in Düsseldorf in den Handel gebracht wird und sich durch Einfachheit auszeichnet. Wie Figur 1 zeigt, besteht es aus einem Holzheft, dass nach dem Werkzeuge zu ein kurzes Stück in eine konische Eisenhülse hineinreicht. Im Innern der Eisenhülse setzt sich gegen das Holzheft ein konisches Messingstück, welches schlitzförmig aufgeschnitten ist und in diesem Schlitze die entsprechend angefeilten Werkzeuge verschiedener Grösse aufnehmen kann. Ein Werkzeug wird eingesetzt und durch Aufklopfen des Holzheftes auf den Tisch die Eisenhülse nach hinten getrieben, wodurch sie das aufgeschnittene Messingstück zusammendrückt und das Werkzeug festklemmt. Um das letztere wieder lösen zu können, ist ein die Eisenhülse durchsetzender Schlitz vorgesehen, durch den man mittels eines eingeschobenen Metallkeiles den Messingkonus heben kann.

Ein demselben Zweck dienendes Werkzeug ist seit geraumer Zeit von der Berliner Firma Ludw. Loewe eingeführt. Das Heft (siehe Fig. 2) ist zweitheilig; Ober- und Untertheil werden durch Drücken aus je einem Metallblech hergestellt und durch ebenfalls eingedrückte federnde Vertiefungen gegeneinander gehalten. In den Obertheil lassen sich die Einsatzwerkzeuge stecken, die während des Gebrauches eines bestimmten Stückes in dem Hohlraume des Untertheiles aufbewahrt bleiben. Referent hat dieses Heft vielfach beim Auseinandernehmen von Instrumenten zwecks zeichnerischer Darstellung einzelner Theile derselben benutzt; als Nachtheil ist ihm nur das Umfallen der frei im Hohlraume des unteren Theiles liegenden Einsatzwerkzeuge aufgefallen, welches bei der Benutzung ein Stossen gegen die Wandung verursacht. *K. F.*

Fig. 2.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang.	**September 1893.**	Neuntes Heft.

Ueber die Spannkräfte des Wasserdampfes in Temperaturen zwischen 82 und 100 Grad.

Von

H. F. Wiebe in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

In den *Mélanges physiques et chimiques Bd. XIII S. 263 und folg.* berichtet Herr Prof. Dr. H. Wild über Unsicherheiten in den Regnault'schen Spannkräften des Wasserdampfes unterhalb 100° und daraus entspringende Differenzen der Korrektionen von Siedethermometern je nach ihrer Verifikationsart. Herr Prof. Wild hatte zwei von der Reichsanstalt mit Prüfungsbescheinigungen versehene Siedethermometer im physikalischen Zentral-Observatorium zu St. Petersburg einer Nachprüfung unterzogen und dabei Differenzen gefunden, deren Ursache nur in den verschiedenen Prüfungsmethoden beider Institute liegen konnte. Während in der Reichsanstalt die Prüfung der Siedethermometer durch Vergleichung mit einem Normalthermometer in den Dämpfen siedenden Wassers bei verschiedenen Drucken erfolgt (die Instrumente demnach unzweifelhaft die wahren Siedetemperaturen des Wassers anzeigen), werden im physikalischen Zentral-Observatorium die Angaben der Siedethermometer in den Dämpfen siedenden Wassers bei verschiedenen Drucken mit den Siedetemperaturen des Wassers verglichen, wie sie nach den Regnault-Broch'schen Tafeln bei den an einem Manometer gemessenen Drucken vorhanden sein sollten. Da in beiden Fällen ganz derselbe von Herrn R. Fuess konstruirte Siedeapparat benutzt wurde, und die Angaben des Manometers bis auf ± 0,1 *mm* sicher waren, so glaubt Herr Wild aus den gefundenen Abweichungen schliessen zu dürfen, dass die Regnault-Broch'schen Zahlen für die Spannkräfte des Wasserdampfes unterhalb 100° mit kleinen Fehlern behaftet sind. Als wahrscheinlichen Grund für diese Fehler sieht Herr Wild die Nichtberücksichtigung der Reduktionen der Quecksilberthermometer auf das Luftthermometer seitens Regnault's an und hält im Uebrigen mit Rücksicht auf die neueren erheblichen Fortschritte der Thermometrie eine experimentelle Revision der Regnault'schen Spannkraftstafeln für dringend geboten. Im Folgenden soll nun zunächst untersucht werden, wie weit die Annahmen Wild's zutreffen, und im Anschluss daran neues experimentelles Material zur Prüfung der Regnault'schen Zahlen vorgelegt werden.

Zunächst ist die Annahme Wild's, dass Regnault bei seinen Versuchen über die Spannkräfte des Wasserdampfes in Temperaturen unterhalb 100° Quecksilberthermometer benutzt hat, deren Angaben nicht auf das Luftthermometer reduzirt sind, vollkommen richtig. Regnault war sich dieses Umstandes auch

bewusst, hielt aber, wie er *S. 616* der *Relation des expériences Band I* ausführt, die Abweichungen seiner Quecksilberthermometer vom Luftthermometer für zu gering, als dass man hoffen könnte, sie mit Sicherheit durch unmittelbare Beobachtungen festzustellen.

Regnault benutzte bei allen älteren Untersuchungen und insbesondere auch zu den fraglichen Versuchen über die Spannkräfte des Wasserdampfes, was auf S. 530 des erwähnten Bandes ausdrücklich hervorgehoben wird, Thermometer aus Krystallglas von Choisy-le-Roi und liess die Thermometer in seinem Laboratorium selbst herstellen und nachsehen. Von diesen Thermometern nimmt aber Regnault an, dass ihre Angaben zwischen 0 und 100° niedriger sind als diejenigen, die unter denselben Umständen von dem Luftthermometer angegeben werden. Demgegenüber scheint doch die Annahme Wild's, dass die Angaben der Regnault'schen Thermometer zur Reduktion auf das Luftthermometer bei 80° einer Korrektion von ungefähr **−0,1°** bedürfen, nicht stichhaltig. Die Zweifel an der Richtigkeit dieser Annahme werden fast zur Gewissheit, wenn man aus den Abweichungen der Quecksilberthermometer aus Krystallglas von Choisy-le-Roi in Temperaturen über 100° diejenigen für die Temperaturen unter 100° ableitet. Die von Regnault angegebenen Abweichungen (δ) über 100° lassen sich nämlich zwischen 100 und 300° mit grosser Annäherung durch folgende Formel darstellen:

$$\delta = +0{,}000030\,(100 - t)\,t - 0{,}00000033\,(100 - t)^2\,t,$$

worin t die Temperatur des Quecksilberthermometers angiebt. Berechnet man hiernach für einige Punkte unter 100° die Abweichungen des Quecksilberthermometers aus Glas von Choisy-le-Roi, so ergeben sich folgende Werthe:

bei 0°	0,000°		bei 80°	+0,037°
„ 20	+0,006		„ 90	+0,024
„ 40	+0,024		„ 95	+0,015
„ 60	+0,040		„ 100	0,000

Regnault hatte hiernach ganz Recht, diese Abweichungen für zu unerheblich zu halten, als dass sie bei dem damaligen Stande der Wissenschaft sich durch unmittelbare Experimente hätten leicht feststellen lassen. Dass aber den hier mitgetheilten Werthen Realität zukommt, kann man aus der von Regnault angegebenen Zusammensetzung des Glases von Choisy-le-Roi folgern, welche derjenigen des noch heute gangbaren englischen Krystallglases sehr ähnlich ist, wie nachfolgende Analysen beweisen, von denen die letztere im Glastechnischen Laboratorium von Schott und Gen. ausgeführt worden ist (vergl. *Berichte der Königl. Akademie zu Berlin XXXVI. 1884. S. 847*).

Bestandtheile	Krystallglas von Choisy-le-Roi	Englisches Krystallglas
Kieselsäure	54,16 %	49,49 %
Bleioxyd	34,62	33,90
Thonerde und Eisenoxyd	0,52	0,35
Kalk	0,36	1,20
Magnesia	—	0,67
Kali	9,23	12,26
Natron	0,90	1,54

Für Quecksilberthermometer aus englischem Krystallglas habe ich aber unzweifelhaft nachgewiesen, dass deren Angaben zwischen 0 und 100° niedriger

stehen als das Luftthermometer (vergl. *Berichte der Königl. Akademie zu Berlin XLIV. 1885. S. 1025*, sowie *Zeitschrift für Instrumentenkunde X. 1890. S. 439*). Man kann also auch als vollkommen sicher annehmen, dass die von Regnault bei seinen Untersuchungen über die Spannkräfte des Wasserdampfes zwischen 0 und 100° gemessenen Temperaturen durchweg um ein Weniges zu niedrig ausgefallen sind. Berücksichtigt man diese Korrekturen bei den Werthen der Regnault-Broch'schen Tafel, so erhält man Werthe, welche mit den von Magnus ermittelten Spannungszahlen zwischen 60 und 100° besser übereinstimmen, als ohne Berücksichtigung der oben angegebenen Reduktionen auf das Luftthermometer, wie folgende kleine Zusammenstellung lehrt:

Temperatur	Spannkraft des Wasserdampfes		
	nach Magnus bezogen auf Luftthermometer	nach Regnault-Broch	
		bezogen auf Quecksilberthermometer	bezogen auf Luftthermometer
60°	148,58 *mm*	148,88 *mm*	148,60 *mm*
80	353,93 „	354,87 „	354,34 „
90	524,78 „	525,47 „	524,99 „

Aus der nahen Uebereinstimmung der verbesserten Regnault'schen Werthe mit den von Magnus berechneten Zahlen könnte man den Schluss ziehen, dass die von diesen beiden Physikern gefundenen Ergebnisse einwandsfrei seien, allein ich werde weiterhin nachweisen, dass die Zahlen dennoch mit Fehlern, die sich bei 82° bis zu 0,6 *mm* erheben, behaftet sind. Zunächst muss ich jedoch noch auf die von Herrn Wild ermittelten Abweichungen zwischen den Prüfungsresultaten der Reichsanstalt und des Petersburger Zentral-Observatoriums zurückkommen.

Behufs besserer Vergleichung der beiderseitigen Ergebnisse hat Herr Wild die für die verschiedenen Punkte unmittelbar gefundenen Korrektionen von den jeweiligen Eispunktskorrektionen befreit; hierbei hat Herr Wild angenommen, dass der in den Prüfungsbescheinigungen der Reichsanstalt angegebene Eispunkt der nach Erwärmung auf 100° maximal deprimirte Eispunkt sei, während dort der zeitige vor der Prüfung gefundene Eispunkt aufgeführt ist. Berichtigt man diesen Irrthum und berücksichtigt die bei der Prüfung beobachteten Depressionen der Eispunkte, welche für Erwärmung auf 84° bei jedem Thermometer 0,028° und für Erwärmung auf 100° 0,040° betrugen, so erhält man nach Abzug der Eispunktskorrektionen für die beiden Thermometer folgende übrigbleibende Korrektionen:

Ablesung	Nr. 3305	Nr. 3307
84°	− 0,048°	− 0,048°
86	− 0,049	− 0,029
88	− 0,061	− 0,041
90	− 0,052	− 0,042
92	− 0,044	− 0,034
94	− 0,035	− 0,045
96	− 0,037	− 0,017
98	− 0,038	− 0,028
100	− 0,050	− 0,030

Vergleicht man nun die in St. Petersburg gefundenen, von Herrn Wild auf *S. 268* der Abhandlung angegebenen Korrektionen mit obigen Werthen, so ergeben sich folgende Differenzen St. Petersburg — Charlottenburg zwischen den beiderseitigen Korrektionen:

Ablesung	Nr. 3305	Nr. 3307	Mittel
84°	+ 0,076°	+ 0,066°	+ 0,071°
86	+ 0,076	+ 0,045	+ 0,060
88	+ 0,073	+ 0,042	+ 0,057
90	+ 0,054	+ 0,037	+ 0,045
92	+ 0,045	+ 0,033	+ 0,039
94	+ 0,039	+ 0,041	+ 0,040
96	+ 0,038	+ 0,009	+ 0,023
98	+ 0,029	+ 0,016	+ 0,022
100	+ 0,027	+ 0,016	+ 0,021

Da die in Charlottenburg bestimmten Korrektionen auch von Herrn Wild thermometrisch als richtig anerkannt werden, so ist hiernach unzweifelhaft festgestellt, dass die aus den Regnault-Broch'schen Tafeln abgeleiteten Siedetemperaturen des Wassers zwischen 84 und 100° durchweg zu niedrige Werthe ergeben. Woher die Abweichung bei 100°, wo sie Null oder wenigstens nahezu Null sein sollte, kommt, ist schwer zu sagen; vielleicht trägt eine etwas verschiedene Berechnung der Korrektionen für den herausragenden Faden dazu bei. Ein Theil der Abweichung dürfte aber wohl daher rühren, dass bei den Prüfungen im physikalischen Zentral-Observatorium wahrscheinlich Quecksilber von dem oberen Ende des Fadens in den kälteren Theil des Kapillarrohres abdestillirt ist. Wenigstens kann ich mir sonst nicht erklären, wie es kommt, dass nach der Verifikation, welche mit 100° begann und mit 84° schloss, ein niedrigerer Eispunkt beobachtet worden ist als zum Beginn der Verifikation. Der Temperatur 84° entspricht doch stets ein etwas höherer Eispunkt als derjenigen von 100°. Wegen dieser kleinen Unsicherheit ist es schwer, aus den oben angegebenen Differenzen sichere quantitative Schlüsse bezüglich einer eventuellen Verbesserung der Regnault-Broch'schen Tafeln zu ziehen und wir müssen uns damit begnügen, den Sinn der Verbesserung und die ungefähre Grösse derselben in Uebereinstimmung mit Herrn Wild festgestellt zu haben.

Zur genaueren Ermittlung der wahren Siedetemperaturen des Wassers unter verschiedenen Drucken waren neue Versuche auszuführen. Eine grössere Reihe derselben ist bereits in den Jahren 1890 und 1891 in der Reichsanstalt angestellt und zum Theil auch von Herrn W. Pomplun in der *Zeitschrift für Instrumentenkunde 1891 S. 1 u. folg.* veröffentlicht worden. Dort ist auch bereits mitgetheilt, dass eine Abweichung der nach der Broch'schen Tafel abgeleiteten Spannkräfte von den gleichzeitig am Manometer gemessenen Drucken gefunden wurde; allein, wie Herr Wild nachweist, ist dafür eine unstatthafte Erklärung gegeben worden.

Die Abweichungen liegen aber sämmtlich in demselben Sinne und haben auch ungefähr dieselbe Grösse wie die von Herrn Wild gefundenen; sie bestätigen also die Annahme Wild's, dass die Regnault-Broch'sche Spannungstafel unrichtige Werthe liefert. Diese Umstände veranlassten mich nun, in Gemeinschaft mit Herrn Fr. Grützmacher von Neuem eine grössere Reihe von Messungen

über die Spannkräfte des Wasserdampfes bei Temperaturen, wie sie für Siedethermometer in Frage kommen, anzustellen. Wir benutzten dazu zwei Normalthermometer aus Jenaer Normalglas von R. Fuess, bei denen alle Korrektionselemente wie für Kaliber, Gradwerth, äusseren sowie inneren Druck auf das Sorgfältigste ermittelt worden waren. Die Korrektionen für den herausragenden Faden wurden ebenfalls auf's Genaueste bestimmt durch zwei in Glasröhren eingeschlossene kleine Thermometer, deren Gefässe die ganze Länge des im Deckel sowie über dem Deckel des Apparates befindlichen Quecksilberfadens einnahmen. Auch wurden die Eispunkte vor und nach jeder Reihe bestimmt, und sorgfältig beobachtet, ob sich etwa Quecksilber abgetrennt hätte. Dieses ist nur bei der ersten Reihe der Fall gewesen und zwar nur in dem geringen Betrage von 0,005 bezw. 0,006°, und es ist hierfür eine entsprechende Korrektur angebracht worden. Ferner ist die Wirksamkeit des Apparates einer besonderen Prüfung unterzogen worden, indem mehrere Thermometer von verschiedenen Längen in die Sioderöhre eingesenkt wurden, so dass die Quecksilbergefässe in verschiedenen Höhen über dem Spiegel des siedenden Wassers sich befanden. Das Gefäss eines Thermometers war unmittelbar über dem Wasserspiegel angebracht, das eines zweiten in der Mitte der Röhre und ein drittes Thermometer noch höher. Alle drei Thermometer zeigten nach Berücksichtigung der Instrumentalfehler identische Temperaturen innerhalb ± 0,01°. Ferner wurde der Einfluss der Kühlung untersucht, indem Versuche bei gewöhnlicher, bei stärkerer und bei schwächerer Kühlung vorgenommen wurden, die bei Einhaltung gewisser Grenzen in allen drei Fällen gleiche Spannungen zu den zugehörigen Temperaturen ergaben. Schliesslich wurde noch der normale Siedepunkt des Wassers in einer gewöhnlichen Rudberg'schen Siederöhre sowie in dem Fuess'schen Siedeapparat bestimmt, und hierbei allerdings eine ganz geringe Differenz zwischen den Angaben der Thermometer in den beiden Apparaten gefunden. Sie betrug im Mittel 0,004° und fand eine hinreichende Erklärung in einer etwas verschiedenen Berücksichtigung der Fadenkorrektionen bei den Bestimmungen in den beiden Apparaten.

Das angewandte Barometer ist ein von R. Fuess sehr sorgfältig gearbeitetes in ganze Millimeter getheiltes Gefässbarometer, an dessen Nonius Zehntelmillimeter direkt abgelesen und Hundertstelmillimeter geschätzt werden konnten. Es war kurz vor den Untersuchungen mit einem ebenfalls von Herrn Fuess hergestellten Manometer mit gleichmässiger Theilung kontrolirt worden.

Die Beobachtungen wurden so angestellt, dass jeder Beobachter stets zwei oder vier Ablesungen an beiden Thermometern und am Barometer ausführte. Diese vier oder acht Ablesungen wurden zu einem Mittel vereinigt und als eine Beobachtung angesehen. Zwischen einer solchen Beobachtung und einer folgenden lagen wenigstens 15 Minuten Pause, so dass stets eine vollständige Ausgleichung der Temperatur- und Druckdifferenzen in dem Apparate stattfinden konnte. Es ist demnach Alles geschehen, um die hier mitgetheilten Versuche so zuverlässig wie möglich zu machen, und es darf daher wohl behauptet werden, dass die Ergebnisse, welche für die vielen wissenschaftlichen Anwendungen der Regnault-schen Spannungstafeln von Wichtigkeit sind, auf Zuverlässigkeit Anspruch machen können.

Im Ganzen sind vier Versuchsreihen angestellt, von denen eine bei abnehmendem und drei bei zunehmendem Drucke ausgeführt wurden. Die Ergebnisse sind im Folgenden zusammengestellt; in der vierten Kolumne sind die aus den

beobachteten mittleren Temperaturen nach den Regnault-Broch'schen Tafeln abgeleiteten Dampfspannungen enthalten, in der fünften Kolumne die am Barometer beobachteten und korrigirten Drucke und in der letzten Kolumne endlich die Unterschiede zwischen den beobachteten und berechneten Drucken. Die Thermometerangaben sind auf Luftthermometer nach den in der *Zeitschrift für Instrumentenkunde 1890 S. 246* gegebenen Korrektionen bezogen worden, stellen demnach Normalgrade dar, während die Drucke auf Normalschwere reduzirt sind.

Beobachter: Wiebe und Grützmacher.

Thermometer von R. Fuess. Nr. 270	Thermometer von R. Fuess. Nr. 341	Mittel	Dampfspannung nach Regnault-Broch	Beobachteter Druck	Unterschied Beob. – Ber.
Grad	Grad	Grad	Millimeter	Millimeter	Millimeter
		I. Reihe.	3. Juli 1893.		
82,162	82,174	82,168	387,23	387,81	+0,58
82,298	82,302	82,300	389,28	390,05	0,77
85,451	85,465	85,458	441,04	441,32	+0,28
90,703	90,710	90,706	539,73	540,42	+0,69
95,394	95,390	95,392	642,87	643,30	+0,43
100,054	100,042	100,048	761,31	761,33	—0,02
		II. Reihe.	6. Juli 1893.		
82,164	82,172	82,168	387,23	387,86	+0,63
82,236	82,224	82,230	388,20	388,80	+0,60
84,085	84,087	84,086	417,89	418,52	+0,63
84,112	84,104	84,108	418,25	418,85	0,60
86,108	86,098	86,103	452,29	452,82	+0,53
86,120	86,106	86,113	452,46	453,00	+0,54
90,096	90,080	90,088	527,23	527,83	+0,60
95,225	95,218	95,222	638,87	639,32	+0,45
100,032	100,024	100,028	760,76	760,74	—0,02
		III. Reihe.	7. Juli 1893.		
82,170	82,177	82,174	387,33	388,00	+0,67
85,150	85,157	85,154	435,82	436,48	+0,66
90,076	90,066	90,071	526,89	527,56	+0,67
95,132	95,122	95,127	636,63	637,23	+0,60
100,025	100,016	100,021	760,57	760,68	+0,11
		IV. Reihe.	7. Juli 1893.		
100,018	100,000	100,009	760,25	760,16	—0,09
95,069	95,048	95,059	635,04	635,65	+0,61
90,108	90,100	90,104	527,55	528,17	+0,62
85,070	85,085	85,078	434,52	435,04	+0,52
82,040	82,048	82,044	385,32	385,87	+0,55

Die Uebereinstimmung der Angaben der beiden Thermometer ist so gut, als nur irgend verlangt werden kann. Die mittlere Abweichung vom Mittel beträgt nur ±0,005° und die grösste Abweichung vom Mittel nur 0,011°.

Stellt man die in der letzten Kolumne enthaltenen Unterschiede für nahe i einander liegende Drucke zusammen und vereinigt sie zu Mittelwerthen, so 't man folgende Reihe:

Grad	Unterschiede gegen die Regnault-Broch'sche Tafel	
	in Millimetern	in Graden
82,16	+0,63	+0,041
84,10	+0,62	+0,038
85,23	+0,49	+0,028
86,11	+0,53	+0,030
90,24	+0,64	+0,032
95,20	+0,52	+0,022
100,03	+0,00	+0,000

Wie man sieht, ist der Verlauf der Zahlen in der letzten Kolumne ein recht gesetzmässiger, was aus den unmittelbar durch das Experiment gefundenen in Millimetern ausgedrückten Abweichungen wegen der Aenderung des Spannungszuwachses mit der Temperatur nicht ohne Weiteres zu erkennen ist. Auch wird die Abweichung, wie es sein soll, bei 760 *mm* Null, so dass auch hieraus ein Schluss auf die Zuverlässigkeit der ermittelten Zahlen gezogen werden kann.

Um die Werthe zu einer Verbesserung der Regnault-Broch'schen Tafel benutzen zu können, wäre erforderlich für dieselben eine Interpolationsformel aufzustellen. Ich verzichte jedoch für jetzt darauf, da ich beabsichtige, die Reihe noch durch einige Vergleichungen zwischen 95 und 100° sowie auch zwischen 100 und 101° zu vervollständigen, um dann auf Grund des gesammten Materials neue Tafeln für die Bestimmung des Luftdruckes aus der Siedetemperatur des Wassers abzuleiten.

Hier möchte ich nur noch hinzufügen, dass die gefundenen Ungenauigkeiten der Regnault-Broch'schen Siedetafeln bei der Benutzung von Siedethermometern zu Höhenmessungen bei einer Höhe von 1400 *m* eine Unsicherheit von 7 *m* und bei 5000 *m* eine solche von etwa 12 *m* ausmachen.

Charlottenburg im Juli 1893.

Der neue Geyer'sche Messtischapparat.

Von

Prof. Dr. **M. Schmidt** in München.

Von einem guten Messtisch verlangt man, dass derselbe bei mässigem Eigengewichte unwandelbare Festigkeit der Aufstellung, leichte Horizontalstellung der Tischfläche, sowie sichere Orientirung und Zentrirung des Planbildes gestatte und auf die Dauer gewährleiste. Die gleichzeitige Erfüllung dieser Anforderungen stösst indessen auf mancherlei Schwierigkeiten, und unter den zahlreichen im Laufe der Zeit ausgeführten Messtischen entsprechen nur wenige den gestellten Bedingungen.

Vor Allem ist es eine ungenügend feste Unterstützung der Tischplatte, welche Orientirungs- und Projektionsfehler im Planbild zur Folge hat, da jede einseitige Belastung der weit ausladenden Tischplatte durch das Gewicht der Kippregel die Horizontalstellung der Tischfläche und damit die vertikale Lage der projizirenden Fernrohrvisirebene ändert. Will man hier gründliche Abhilfe

schaffen, so ist zunächst auf eine möglichst starke Verbindung der Tischplatte mit dem Stativkopfe und eine feste Bauart des Stativs zu sehen.

Am besten bewähren sich in letzterer Hinsicht die sogenannten Gitterstative von der Form einer abgestumpften, dreiseitigen Pyramide, deren gitterartig durchbrochene Beine mit dem Stativkopf durch thunlichst lange, in Kugelgelenken laufende Gelenkbolzen verbunden sind.

Eine in statischer Beziehung sehr wichtige Aufgabe hat ferner der Messtischkopf zu erfüllen, welcher die Vorrichtungen zum Horizontalstellen der Tischfläche, zum Orientiren und Zentriren des Planbildes enthalten, und zu letzterem Zwecke auch noch eine allseitige, von der Stativstellung unabhängige Bewegung der Tischplatte gestatten muss.

Der Messtischkopf wird vielfach ganz so wie der dreifüssige Untertheil anderer Messinstrumente mit drei Stellschrauben versehen und hat in einer konisch ausgedrehten Buchse den vertikalen Drehzapfen aufzunehmen und die mit letzterem verbundene Wendeplatte zu tragen, auf deren Oberfläche die eigentliche Tischplatte mit drei oder vier Klemmschrauben befestigt wird. Mit den Fussspitzen seiner drei Stellschrauben stützt sich der Messtischkopf auf den Stativkopf und wird mit letzterem durch eine mit starker Feder versehene Stengelschraube verbunden.

Wenn nun auch einerseits die Verbindung des Dreifusses mit dem Stativkopfe und andererseits die Befestigung der Wendeplatte auf der Unterseite der Tischplatte allen Anforderungen in Bezug auf Festigkeit genügt, so fehlt doch dem Vertikalzapfen und seiner Verbindung mit der Dreifussbuchse häufig die nöthige Widerstandsfähigkeit zur Aufnahme der grossen Torsions- und Biegungsspannungen, welche in diesen Theilen durch einseitigen Druck auf die weit ausladende Tischplatte entstehen.

Alle sogenannten „Axentische“ leiden an dieser Schwäche und gewähren deshalb der Messtischplatte keine genügend feste Unterstützung.

Diesem Mangel lässt sich indessen leicht abhelfen, wenn man den in der Dreifussbuchse laufenden vertikalen Zapfen ganz vermeidet und die Wendeplatte bezw. einen dieselbe umschliessenden Ring vermittels der in den Stativkopf eingreifenden Stellschrauben unmittelbar unterstützt.

Fig. 1.

Es entstehen hieraus die als Ring- oder Tellertische bezeichneten Konstruktionen. Die schädliche Querschnittsverminderung, die sich im Zapfen der Axentische ergiebt, ist hier völlig vermieden, so dass die Verbindung der Tischplatte mit dem Stativkopf in völlig befriedigender Weise erreicht werden kann.

Das älteste Muster einer solchen Konstruktion bildet der aus dem Reichenbach'schen Institut in München im Jahre 1807 hervorgegangene Messtisch (Fig. 1), welcher sich bei den umfangreichen graphischen Planaufnahmen der bayerischen und württembergischen Landesvermessung vorzüglich bewährt hat. Dieser „Reichenbach'sche Messtisch“

besitzt eine quadratische Wendeplatte *W*, auf welche das Tischblatt mit zwei Führungsleisten *ff* aufgeschoben und durch vier Pressschrauben *p* befestigt wird.

Die Wendeplatte dieses Tisches trägt in der Mitte einen kurzen Hohlzapfen, welcher in eine darunter liegende Bronzescheibe *S* eingreift und die Drehbewegung der Tischplatte zum Zweck der Orientirung des Planbildes vermittelt. Diese Bronzescheibe stützt sich auf drei in den Stativkopf eingedrehte Stellschrauben *F* und wird sammt der Wendeplatte durch Anziehen der Flügelmutter einer kräftigen Zentralschraube *C*, welche den erwähnten Hohlzapfen durchdringt, mit dem Stativkopf fest verbunden. Ein an der Unterseite der Wendeplatte sitzendes Mikrometerwerk *M* dient zur feinen Orientirung des Tisches. Eine Verbesserung dieses älteren Reichenbach'schen Tisches hat man dadurch zu erreichen gesucht, dass man dem unter der Wendeplatte liegenden Bronzering *S* eine nach abwärts vortretende glockenförmige Ausfüllung gegeben hat, welche mit ihrer Scheitelfläche auf dem Stativkopf aufsitzt und so der Tischplatte noch einen vierten, zentrischen Unterstützungspunkt gewährt.

Dieser „Glockentisch" hat sich zwar als sehr fest erwiesen, bereitet jedoch in der Handhabung gewisse Schwierigkeiten, die dadurch entstehen, dass bei der Horizontalstellung der Tischplatte die Glocke stets in ihrem Stützpunkte mit dem Stativkopf in fester Berührung gehalten werden muss, was durch abwechselndes Lösen und Anziehen der Befestigungs- und Stellschrauben zu geschehen hat.

Die Reichenbach'schen Tische zeigen die weitere Unvollkommenheit, dass die Tischplatte in unabhängiger Weise nur in der Richtung der Führungsleisten *f* verschiebbar ist, während für eine rasche Zentrirung eine allseitige Verschiebbarkeit erwünscht ist. Auch das grosse Gewicht dieser Tische, welches 11 bis 14 *kg* beträgt, bietet für den Transport und bei der Aufstellung manche Behinderung.

Die zuletzt erwähnten Mängel hat das Reichenbach'sche Institut von T. Ertel & Sohn in München bei einer nur 9 *kg* schweren Messtischkonstruktion zu beseitigen gewusst, die in *dieser Zeitschrift 1887 S. 179* abgebildet und beschrieben ist. Dieser Tisch gestattet eine vom Stativkopf unabhängige Verschiebung der Tischplatte innerhalb einer Kreisfläche von 8 *cm* Durchmesser. Doch nähert sich die Einrichtung derselben wieder jener der Axentische, indem sich die beiden scheibenförmigen Theile des Messtischkopfes um einen Halszapfen von nur 10 *cm* Durchmesser drehen, welcher im Verhältniss zu der grossen Ausladung der Tischfläche zu geringe Querschnittsabmessungen zeigt.

Die Nachtheile der besprochenen Messtische finden sich in sehr geschickter Weise bei einer neuen Messtischkonstruktion vermieden, welche nach dem Entwurfe des Ober-Geometers a. D. B. Geyer in München durch die mechanisch-technische Anstalt von M. Sendtner daselbst zur Ausführung gelangt.

Der Kopf dieses Messtisches (Fig. 2) besteht im Wesentlichen aus zwei sorgfältig zusammengefügten konzentrischen Ringen, einem äusseren Tragring *t* mit winkelförmigem Querschnitt und einem die Wendeplatte vertretenden inneren Ringe *i*, welcher an seinem Umfang einen durch die übergreifenden Ränder des Tragringes verdeckten Zahnkranz trägt und in seiner Mitte mit einem kreisförmigen Ausschnitt von 11,5 cm Durchmesser versehen ist.

Der äussere Rand des Tragringes zeigt zwei Ansätze, deren einer das Getreibe *G* aufnimmt, welches in den verdeckten Zahnkranz des inneren Ringes

eingreift und zur Orientirung des Tisches benutzt wird, während ein zweiter Ansatz die Klemmschraube *K* trägt, mittels welcher Wendeplatte und Tragring mit einander fest verbunden werden.

Auf der Unterseite des Tragringes sind drei weitere prismatisch geformte Ansätze *m* mit radial laufenden zylindrischen Bohrungen bemerkbar, in welchen leicht auswechselbare Metallbolzen gleiten, die ihrerseits für die kugelförmig gestalteten Köpfe der drei Stellschrauben *s* die Führung bilden. Diese zur Horizontalstellung der Tischfläche dienenden Schrauben stellen die Verbindung des Wendeplattenringes mit dem Stativkopf her.

Fig. 2.

Durch eine Zentralschraube *C*, deren sechsseitiger Griff in der Durchbrechung des Stativkopfes sichtbar ist, wird die Wendeplatte mit der Tischplatte verbunden. Man führt hierbei den über der scheibenförmigen Deckplatte vortretenden Schraubenkopf *q* in ein entsprechendes Gesenk der Unterseite der Tischplatte ein, worauf eine Drehung des Handgriffs nach rechts genügt, um die Tischplatte auf dem Messtischkopf festzupressen.

Bevor letzteres geschieht, kann die Tischplatte zum Zweck der Zentrirung in dem kreisförmigen Ausschnitt des Wendeplattenringes nach allen Seiten um 10 *cm* verschoben werden.

Durch das Anziehen der Zentralschraube *C* werden die Ringflächen ihrem ganzen Umfange nach sowohl aufeinander selbst als auch auf die Unterseite der Tischplatte festgepresst. Da nun der Tragring mit dem Stativkopf vermittels der Stellschrauben *s* ebenfalls in fester Verbindung steht, so wird durch diese Einrichtung eine solche Unwandelbarkeit in der Aufstellung des Tisches erzielt, wie sie wohl besser bei keiner anderen Messtischkonstruktion erreicht ist.

Die gitterförmigen Stativbeine sind mit dem ringförmig gestalteten Stativkopf durch 10,5 *cm* lange Gelenkbolzen verbunden und lassen sich leicht abnehmen, so dass der Messtischkopf in einem besonderen Kistchen verpackt sicher und bequem transportirt werden kann. Durch Anfertigung der Hauptheile des Messtischkopfes aus Aluminium gelang es, das Gewicht des Tisches mit den Stativbeinen, jedoch ohne Tischplatte gerechnet, auf 6,5 *kg* einzuschränken.

Die neue Geyer'sche Kippregel (Fig. 3) ist für tachymetrische Aufnahmen eingerichtet und ebenfalls aus Aluminium gefertigt. Sie besitzt ein durchschlagbares astronomisches Fernrohr von 325 *mm* Brennweite, 36 *mm* Objektivöffnung und ist mit einem Ramsden'schen Okular versehen, das 40malige Vergrösserung giebt.

Der Abstand der auf der Okularblendung des Fernrohrs fest aufgespannten Distanzfäden ist derart bemessen, dass demselben die Konstante 100 entspricht; es kann daher jede Nivellirlatte als Distanzlatte dienen. Das Kippregellineal ist als Parallellineal ausgebildet und hat eine Länge von 600 *mm*.

Der Höhenbogen gestattet die Messung von Neigungswinkeln bis zu 35°;

er ist in Viertelgrade getheilt und mit einer Libellenalhidade versehen, deren Nonius halbe Minuten giebt. Die Bezifferung des Höhenbogens erfolgt am besten nach Zenithdistanzen, um der sonst leicht vorkommenden Verwechselung kleiner Höhen-

Fig. 3.

und Tiefenwinkel vorzubeugen. Die in der Fernrohrrichtung liegende Nivellirlibelle ist in geschützter Lage unter dem Fernrohr am Höhenbogen befestigt.

Bei Messungen mit geneigter Ziellinie ist es wichtig, die Kippaxe des Fernrohrs stets in horizontaler Stellung zu erhalten; hierzu ist neben dem Fuss des Fernrohrständers eine Querlibelle angebracht, welche durch eine auf die Tischfläche sich stützende (in der Abbildung Fig. 3 durch die Fernrohrständer verdeckte in Fig. 4 links sichtbare) Fussschraube eingestellt wird. Die Drehung des Instrumentes erfolgt hierbei um die auf der Tischfläche aufliegende Linealkante.

Zur feinen Vertikalbewegung des Fernrohres dient eine Schneckenschraube, die durch ein Hebelstellwerk zum Eingriff mit dem am unteren Rande des Gradbogens eingeschnittenen Schraubengewinde gebracht wird; der Kopf dieser Schraube hat eine Trommeltheilung erhalten, so dass sie sich auch als Distanzschraube in solchen Fällen benutzen lässt, in welchen man den Okularfadendistanzmesser nicht anwenden will.

Im hohlen Innenraum des Kippregelständers (Fig. 4) ist eine Drehvorrichtung untergebracht, deren Mechanismus durch einen Fingerdruck auf den Griff eines an der Seite des Ständers vortretenden Winkelhebels in Thätigkeit tritt und bewirkt, dass sich die Kippregel von der Tischfläche abheben und leicht und sicher ohne jede Beschädigung des Planbildes um einen vertikalen Zapfen drehen lässt.

Fig. 4.

Das Anlegen der Ziehkante des Kippregellineals an den Stationspunkt des Planbildes wird durch die Anwendung eines Parallellineals erleichtert.

Ist nämlich die Ziellinie des Fernrohrs durch Drehen des Instrumentes auf

einen Zielpunkt eingestellt, so braucht man diese Einstellung nicht mehr zu ändern, sondern hat nur den mit Parallelführung versehenen Ziehkantenstreifen Z des Lineals an den Stationspunkt scharf anzurücken. Die auf dem Plane gezogene Zielrichtung kann nun nach dem Auftragen der Strahlenlänge durch wiederholtes Anschieben der Linealkante an den Stationspunkt nochmals geprüft und mit der zugehörigen Ordnungsziffer versehen werden.

Die Grösse des Richtungsfehlers, welchen eine solche Parallelverschiebung der Linealkante in der gezogenen Strahlenrichtung zur Folge hat, ist der Zielweite umgekehrt proportional und überschreitet erst bei einer Seitenverschiebung der Ziehkante von 10 *mm* bei kleineren Zielweiten als 34 *m* den Werth einer Bogenminute.

Zur Geschichte des Thermometers.

Von

Prof. **E. Gerland** in Clausthal.

Die Entwicklungsgeschichte des Thermometers im 17. Jahrhundert bietet noch mancherlei Lücken und Dunkelheiten; eine jede Veröffentlichung, welche einige von jenen auszufüllen, einige von diesen aufzuhellen im Stande ist, ist deshalb dankbar entgegenzunehmen. Als solche stellt sich der eben erschienene fünfte Band von Huygens gesammelten Werken dar, der auf 554 Seiten die Korrespondenz des holländischen Gelehrten aus den Jahren 1664 und 1665 enthält. Es sei deshalb gestattet, auf die Stellen dieser Korrespondenz, welche dem genannten Zwecke förderlich sein können, hier etwas näher einzugehen.

Die Briefe, die dazu zu dienen geeignet sind, wechselte Huygens mit dem ersten Präsidenten der *Royal Society*, mit Robert Moray. Sie berichten über die thermometrischen Versuche, welche damals die *Royal Society* durch ihren Experimentator Robert Hooke anstellen liess. Den Anlass zu diesen Mittheilungen aber gab ein Versuch des Lütticher Kanonikus de Sluse, Temperaturänderungen durch Dichtigkeitsänderungen von Salzwasser nachzuweisen, in welchem eine aus Wachs und Sand bestehende Kugel von nahezu derselben Dichtigkeit schwebte, bei steigender Temperatur zu Boden sank, um bei sinkender wieder emporzusteigen. Der Versuch war indessen nicht neu, er war bereits 1649 von Ferdinand II. von Toscana zuerst angestellt worden,[1]) 1654 von Kircher und drei Jahre später nochmals von Schott veröffentlicht, Huygens aber offenbar unbekannt geblieben. Doch hielt dieser ihn für interessant genug, um ihn in einem Briefe vom 31. Oktober 1664 Moray mitzutheilen. Die *Royal Society* dagegen kannte den Versuch; Boyle hatte ihn 1660 bereits angestellt, in seiner Antwort vom 7. November theilt dies Moray mit und berichtet zugleich über die neuern thermometrischen Versuche der Gesellschaft. „*Nous auons fait dans nostre Assemblee*“,[2]) schreibt er, „*cette mesme experience, mais ne lauons pas appliqué a cet usage, parce que nous tenons que ces Thermometres qui ont de leau de vie teinte de couleur rouge ou jaune enfermee dans une bouteille auec un tuyau long de 2. ou 3. pieds plus ou moins, en sorte que la pression de lair exterieur ny touche point estant scelle hermetiquement, sont de beaucoup*

[1]) Burckhardt. *Die Erfindung des Thermometers und seine Gestaltung im 17. Jahrhundert. Basel 1867. S. 35.*

[2]) Huygens, *Oeuvres complètes V. S. 138.*

les plus delicates et exactes." Auf das beigefügte Anerbieten, ein solches Thermometer in den Haag zu senden, geht Huygens in seiner Antwort vom 21. November mit Freuden ein, da er nur kleine besitze, die hermetisch geschlossen seien. Doch bittet er sich auf alle Fälle vorher eine Beschreibung aus, die Moray am 19. December 1664 in folgender Weise sendet: „*Il*[1]) (*Hooke*) *prend un tuyau de verre de la longueur de deux pieds ou dauantage (il en a fait de 3 pieds) de lespoisseur de demiquart de poulce, le creux en dedans estant large d' $^1/_{10}$ de poulce ou moins, et en y soudant une balle de verre de deux poulces de diametre ou enuirons en sorte qu'il y a communication entre le tuyau et la balle en dedans fort libre. Il remplit sa balle, comme Je vous diray apres de lesprit de vin fort pur coloré rouge par le bois de Bresil, les grains du Cochenille ou chose semblable puis, en y soudant ou ioignant par la lampe une autre balle plus petite a lautre bout du tuyau en sorte qu'il ne respire point, il met le thermometre dans une chassis de bois, sur lequel sont marques les parties par lesquelles il vent comter les degrez de chaleur, commençant par le milieu du Tuyau. le plus haut marquant la plus grande chaleur d'esté, et le plus bas le degré de froid qui fait de la glace. en voycy la figure sur la marge grossierement tiree: mais elle suffira pour vous le faire comprendre. Or ayant de longuemain fait un ou deux de ces thermometres dans lesté et dans lhyuer lors que les extremitez se pouuoyent obseruer, il met leau de vie dans ceux quil fait iusqu'à la hauteur qu'elle est dans ceux qui seruent de reigle aux autres. J'allois faire celle cy encor bien plus longue.*"

Huygens antwortet am 2. Januar 1665 in einem Schreiben, in welchem sich folgende sehr bemerkenswerthe Stelle befindet: „*Je vous remercie du thermometre*[2]) *que je croy fort juste et toutefois les petits de 6 ou 7 pouces ne sont pas a mepriser, par ce qu'ils sont propres a faire des essais ou les grands ne pourroient pas servir, comme a mettre soubs une poule pour scavoir le degrè de chaleur qu'il faut pour esclorre les oeufs, et en des choses semblables ou la grandeur incommoderoit. Monsieur de Noyers le Secretaire de la Reine de Pologne, qui m'a donnè autrefois un de ces petits, me dit que à Florence il en avoit vu qui estoient entortillez en spirale*[3]), *ce qui sert pour avoir des grandes divisions dans un petit volume et rendre les thermometres portatifs. Il seroit bon de songer a une mesure universelle et determinee du froid et du chaud; en faisant premierement que la capacitè de la boule eut une certaine proportion a celle du tuyau, et puis prenant pour commencement le degrè de froid par le quel l'eau commence a geler, ou bien le degrè de chaud de l'eau bouillante, a fin que sans envoier de thermometres l'on peut se communiquer les degrez du chaud et du froid, qu'on auroit trouvè dans les experiences, et les consigner a la posteritè.*"

Die ganz unsichern Punkte grosser Winterkälte und Sonnenwärme will also Huygens, und es ist dies das erste Mal, dass dieser Vorschlag gemacht wird, durch die beiden festen Temperaturen des frierenden und siedenden Wassers ersetzen. Dass er diese aber als fest erkannt hatte, beweisen die Vortheile, die er sich von ihrer Anwendung verspricht, die Möglichkeit, an jedem Ort und zu jeder Zeit vergleichbare Thermometer verfertigen zu können, ohne dass man sie

[1]) Ebend. *S. 168.*

[2]) Ebend. S. 188. Es sei hier gleich bemerkt, dass Huygens in Folge mehrerer unglücklicher Zufälle das Thermometer niemals erhalten hat. Einen Theil dieser Stelle hat Momber nach *Versl. en Meded van Naturk. 3. Reeks Deel I* abgedruckt in *Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. N. F. Bd. VII. Heft 3. 1890.*

[3]) Vgl. Hoffmann, *Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876. Braunschweig 1881. S. 70. Fig. 41.*

mit einem einzigen Urthermometer vergleichen müsste. Es ist also hier der Standpunkt der Thermometrie bereits vorgezeichnet, auf welchen sie erst fast 50 Jahre später von Fahrenheit erhoben wurde.

So wäre denn Huygens und nicht Halley[1]) der Forscher, der zuerst die Konstanz des Siedepunktes erkannte. Halley hat seine Versuche 1688 angestellt und es ist bekannt, in wie wenig zweckmässiger Weise er deren Ergebnisse verwenden wollte. Dasselbe gilt von denen über die Brauchbarkeit des Quecksilbers als thermometrische Substanz. In dieser Hinsicht dürfte der Entwurf der Statuten der neu zu bildenden *Académie des Sciences* in Paris bemerkenswerth sein, welchen Huygens 1663 erhielt und in dem als eine von der Akademie in die Hand zu nehmende Aufgabe die folgende aufgeführt ist: „*Obseruer*[2]) *les autres fenomenes du Ciel et de la Terre par le moyen des Thermometres du vif argent, des pendules, et de tous les autres jnstruments necessaires.*“ Es scheint fast, als sei man damals in Paris bereits von der grösseren Zweckmässigkeit der Quecksilberthermometer überzeugt gewesen.

Der Vorschlag, den Huygens zur Verbesserung der Thermometer machte, hatte bei den Engländern indessen durchaus kein Glück. Hooke, der bekanntlich geneigt war, alle brauchbaren Erfindungen seiner Zeit für sich in Anspruch zu nehmen, machte bei dieser eine Ausnahme, da er sie offenbar nicht verstand. Die Antwort Moray's auf den erwähnten und einen späteren Brief zeigen vielmehr Hooke nur mit der Untersuchung des Frierpunktes des Wassers beschäftigt, von dessen Konstanz er sich nicht recht überzeugen kann, ohne indessen darauf zu kommen, ihn durch den wirklich konstanten Schmelzpunkt zu ersetzen.

„*Quant*[3]) *a la mesure vniuerselle du froid,*“ schreibt Moray am 6. Februar 1665, „*Monsieur Hook croit en estre venu à bout si ce n'est qu'un mesme degré de froid n'est pas tousiours capable dengendrer de la glace. Mais il a marqué dans ses Thermometres l'endroit ou est la superficie de la liqueur si bien qu'il a bien rencontre en plusieurs experiences. en ayant dressé plusieurs Thermometres sur le mesme pied et dans les mesmes proportions du Tuyau et du Globe. il croid qu'il ne reste plus de difficulté. Mais nous ne demandons pas qu'il nous en rende comte qu'il n'en ait fait toutes les experiences qu'il pourra faire durant cet hyuer.*“ Ebenso am 1. Mai: „*L'operateur*[4]) (*Hooke*) *de nostre Societé qui l'a fait dit qu'il est fort bon; c'est adire bien delicat, et bien adiusté aux degrez du froid et du chaud. lors que la liqueur est au nul O c'est là le degré du froid qui se sent dans de l'eau lors que la superficie en est congelee en glace, et en descendant, les degrez au froid s'augmentent iusqu' à ce que la liqueur soit tout à fait retiree hors du Tuyau: et alors vous auez le degré de froid qui se troune lors que le Thermometre ayant esté mis dans un vaisseau plain d'eau, toute l'eau est congelee le Thermometre y estant enuironné tout a fait de glace. (Car c'est par l'epreuue de cecy que le Thermometre qui sert pour le Tarif ou mesure des autres, a este fait). lors que le Thermometre est dans un chambre sans feu, et qu'il y a de la glace sur les eaux qui sont dans l'air à decouuert, la liqueur dans le Thermometre montera iusqu' à la figure de 2. au dessus du zero ou bien pres de là, et quand il y a seulement de la Verdglace sur le champs elle sera plus haut d'enuirons* $^3/_4$ *dun degré d'auantage. Voylà assez pour vous faire sçauoir l'estat de l'air par vostre Thermometre. Maintenant si vous voulez*

[1]) Burckhardt, *a. a. O. S. 47.*

[2]) Huygens, *Oeuvres complètes IV. S. 327.* Das Schriftstück trägt übrigens kein Datum und ist vielleicht erst in das Jahr 1666 zu setzen.

[3]) Ebend. *V. S. 228.*

[4]) Ebend. *V. S. 345.*

placer aupres du Thermometre un Tube plein de Mercure[1]), *et faire des obseruations de temps en temps, des alterations qui arriuent à l'un et à l'autre, et en mesme temps remarquer s'il fait pluye, vent etc. de la methode qu'on fait icy en plusieurs lieux Je vous enuoyeray Copie des reigles qu'on y obserue, afin de tout comparer au bout d'un an plus ou moins.*"

Die letzte Bemerkung ist von Interesse, weil sie uns beweist, dass damals die *Royal Society* kommunizirende Beobachtungen anstellen liess, für welche Hooke die mit einander verglichenen Thermometer geliefert hatte. Aber auch dies fasst Huygens sogleich von einem ungleich weiteren Gesichtspunkt auf, indem er am 29. Mai 1664 antwortet:

„*Je receuray*[2]) *de meme les autres regles que vous dites qu'on observe en comparant le dit thermometre avec le tube plein de mercure. Si l'on en pouuoit tirer quelque prognostique pour les changements de l'air, et des vents, seroit une chose d'importance.*"

So lernen wir Hooke als den Urheber jener grossen, mehrere Fuss langen Thermometer kennen, die später, namentlich auch in den Händen von Réaumur, nicht dazu beitrugen, die Genauigkeit dieser Apparate zu erhöhen. Da er ausserdem nicht in der Lage ist, über die Angaben und Errungenschaften der Florentiner Gelehrten hinauszugehen, so ist es ihm auch versagt, die Tragweite der Huygens'schen Vorschläge zu fassen. Der geniale Niederländer dagegen nimmt auch hier scheinbar mühelos voraus, was erst durch Jahrhunderte lange Arbeit dauernder Besitz der Wissenschaft werden sollte, und so sind auch hier seine Ideen, welche die Zeitgenossen nicht verstanden, einer viel späteren Nachwelt fördernd gewesen und, indem sie zur Anwendung gebracht wurden, richtig gewürdigt worden.

Ueber neuere Chronometeruntersuchungen.

Von
Prof. **E. Gelcich** in Lussinpiccolo.

I.

In seiner vor wenigen Jahren erschienenen *Geschichte der Uhrmacherkunst* hat Verfasser danach getrachtet, eine ziemlich vollständige Darstellung der Studien und Versuche zu liefern, die seit Erfindung der Chronometer gemacht wurden, um die scheinbar zufälligen Gangänderungen derselben bestimmten mathematischen und physikalischen Gesetzen zu unterwerfen. Die letzten Jahre haben uns inzwischen in dieser Beziehung wieder um einige sehr beachtenswerthe Resultate bereichert, die den Fachmann und überhaupt diejenigen, welche Chronometer zu handhaben Gelegenheit finden, lebhaft interessiren; besonders in Deutschland sind auf dem Gebiete der theoretischen Chronometrie nicht unbeträchtliche Fortschritte gemacht worden. Bis vor Kurzem wurden solche Studien vorzugsweise in Frankreich betrieben, welches gewissermaassen das Geburtsland der theoretischen Chronometrie ist und dieselbe auf einen hohen Entwicklungsgrad gebracht hat, denn die Theorien von Yvon-Villarceau und von Lieussou sind für Untersuchungen dieser Art maassgebend geblieben und werden heute noch allgemein gebraucht. Nach den Arbeiten dieser Beiden haben die Leistungen Frankreichs auf diesem

[1]) Das Barometer, was damals noch keinen besonderen Namen hatte.

[2]) Ebend. V. S. 360.

Gebiete nachgelassen; zu erwähnen wäre indess noch die Arbeit Carfort's. Wir wollen hierauf jedoch nicht näher eingehen, sondern verweisen vielmehr auf unser Handbuch der Uhrmacherkunst[1]) und wenden uns den neuesten Untersuchungen dieser Art zu.

In Deutschland hat man sich erfreulicherweise über die Klassifizirungsmethode der bei den jährlich stattfindenden Konkurrenzprüfungen eingereichten Chronometer geeinigt. Bisher hatte nicht nur jeder Staat für sich eine eigene Klassifikationsmethode, sondern selbst in einem und demselben Staate gingen die verschiedenen Prüfungsstellen ihre eigenen Wege, ohne auf einander Rücksicht zu nehmen. So musste der Fachmann, der ein englisches Chronometer mit einem amerikanischen oder deutschen oder französischen vergleichen wollte, das ganze Beobachtungsmaterial durcharbeiten. In vielen Fällen war aber selbst dies nicht möglich, da nicht jede Prüfungsstelle die fünf- oder zehntägigen Gänge, welche während der Prüfungszeit beobachtet waren, veröffentlichte, sondern nur die Prüfungsresultate bekannt gab. Auch in Deutschland war vor einigen Jahren das Beobachtungsverfahren noch nicht überall dasselbe; diesem Uebelstande ist nunmehr gesteuert worden und man hat allgemein die von Prof. Börgen vorgeschlagene Methode eingeführt, welche im folgenden besteht.

Aus den symmetrisch zur Mitte der Untersuchungszeit gelegenen Dekaden mit gleichen Temperaturen werden die Gangmittel genommen und hieraus der grösste Unterschied A der mittleren täglichen Gänge gebildet. Sodann sucht man die grösste Schwankung B im mittleren täglichen Gange von einer Dekade zur folgenden auf. Bildet man endlich die Gangdifferenzen je zweier zur Mitte der Untersuchungszeit symmetrisch gelegenen Dekaden gleicher Temperatur, dividirt dieselben durch die Anzahl der zwischen beiden Abschnitten liegenden Tage und nimmt das Mittel aus den erhaltenen Resultaten, so erhält man die Grösse C. Die Chronometer werden nun nach dem Betrage der Summe $A + 2B + C$ klassifizirt und zwar in folgender Weise:

	I. Klasse (vorzüglich)	II. Klasse (sehr gut)	III. Klasse (gut)	IV. Klasse (genügend)
$A + 2B + C$	$< 2{,}6$	5,1	6,6	10,01
B	$< 0{,}76$	1,3	1,7	2,51
C	$< 0{,}076$	0,11	0,13	0,21

Was die Erfolge der Konkurrenzprüfungen anbelangt, so wäre jedes Urtheil noch verfrüht. Der deutschen Industrie erwachsen aus diesen Prüfungen jedenfalls wichtige Lehren und Rathschläge, die den Einzelnen eingehend ertheilt, in den Konkurrenzberichten aber nur allgemein hervorgehoben werden. Wenn wir die Prüfungsresultate einer Untersuchung unterziehen, so möchten wir nicht auf einen konstanten Fortschritt in der praktischen Uhrmacherei schliessen. Die Resultate sind im Allgemeinen sehr gut, allein es kommen doch Jahre vor, wo die Leistungen so ziemlich zurückbleiben, wenn auch einzelne Chronometer Vorzügliches leisten. So klagte z. B. die Hamburger Seewarte im Jahre 1889 noch, dass in der Gesammtleistung der Chronometerfabrikation gegenüber den Resul-

[1]) *Die Uhrmacherkunst und die Behandlung der Präzisionsuhren.* Verlag von A. Hartleben. Wien. Pest. Leipzig 1891.

taten der vorangegangenen Konkurrenzprüfungen ein Rückschritt zu bemerken war. Bei zu vielen Instrumenten traten Mängel in der Kompensation, starke Beschleunigung und ein unregelmässiges Wirken der Hilfskompensation immer mehr hervor. Die späteren Konkurrenzprüfungen fielen wieder besser aus, doch sind solche Schwankungen bereits verschiedene Male auch in England, Amerika und Frankreich vorgekommen.

II.

Wenn die Konkurrenzprüfungen einerseits die Chronometerfabrikation fördern und vervollkommnen sollen, so haben sie andererseits auch die Bestimmung, die theoretische Chronometrie auf einen höheren Standpunkt zu bringen, und die Gesetze der von Temperatur und Acceleration abhängigen Gangänderungen weiter zu entwickeln. Der Fachmann, der mit Chronometern umzugehen hat, vorzüglich der Seemann, der reisende Geograph, der Naturforscher, der auf Grund des Chronometers möglichst genaue Zeitangaben erhalten will, soll durch die theoretische Chronometrie in die Lage versetzt werden, den Gang seiner Uhr in verlässlicher Weise zu bestimmen, auch wenn ihm die Mittel für direkte astronomische Beobachtungen fehlen. Zu diesem Zwecke sind verschiedentlich Gangformeln aufgestellt worden, aus welchen mit Hilfe gewisser im Voraus zu berechnender Konstanten der Gang zu einer beliebigen Zeit und bei beliebiger Temperatur bestimmbar sein soll. Solche Formeln enthalten stets Glieder, welche von den ersten und zweiten Potenzen der Temperatur und Accelerationskoeffizienten, oder von einzelnen, oder von verschiedenen Kombinationen derselben abhängen. Diese theoretischen Gangformeln, die man anfangs gläubig aufnahm, bestanden jedoch die Kritik der Erfahrung nicht. Das Misstrauen wuchs in dem Maasse, als man den Nachweis zu führen vermochte, dass weder die Temperatur noch die Accelerationskoeffizienten irgendwelche Stabilität aufweisen, dass sie vielmehr eine bedenkliche Veränderlichkeit zeigen. Verfasser hat eine grössere Anzahl von Chronometern, deren Gänge durch längere Zeit an der Sternwarte des K. u. K. hydrographischen Amtes in Pola ermittelt worden waren, geprüft und die bezüglichen Resultate in mehreren Jahrgängen der *Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens* veröffentlicht; es ging aus diesen Untersuchungen hervor, dass man sich auf die genannten Koeffizienten durchaus nicht verlassen kann, allein Verfasser hatte zumeist zwar gute, aber doch nur alte Chronometer benutzt, und wollte daher ein entscheidendes Urtheil nicht aussprechen. Die Vermuthungen des Verfassers wurden indess durch gewichtige Autoritäten bestätigt, so durch die Verfasser des von der Kaiserl. Admiralität in Berlin herausgegebenen *Handbuches der Navigation*, dann durch die Herren Rümker, Peters und Börgen.[1]) Letzterer hat auf Grund seiner Erfahrungen eine neue Methode vorgeschlagen.

Börgen geht von dem Prinzipe aus, dass die grösste Unsicherheit bei Benutzung theoretischer Gangformeln in den Aenderungen des für 15° C. berechneten sogenannten Normalganges durch die Acceleration verursacht wird. Diese zeigt sich häufig so unregelmässig, dass sie in vielen Fällen mehr Einfluss ausübt, als die Nichtberücksichtigung der Temperaturkoeffizienten, zumal bei den neueren Chronometern, bei welchen besonders auf gute Temperaturkompensation gesehen wird.

Börgen schlägt daher vor, dass man durch die nach und nach beobachteten

[1]) Vgl. *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie.* — Gelcich, *Geschichte der Uhrmacherkunst.* *S. 132.*

Normalgänge eine Kurve legt und für die auf eine Standbestimmung folgende Zeit den Gang aus dem Verlaufe der an den letzten Theil der bis dahin gezogenen Kurve gelegten Tangente entnimmt, dass man also mit der linearen Acceleration, welche durch den letzten Theil der Kurve angedeutet wird, weiterrechnet, bis eine neue Bestimmung des Normalganges einen neuen Werth liefert.

Zur Konstruktion der Kurve sind zunächst drei Normalgänge zu bestimmen, welche als Ordinaten aufgetragen werden, während die Zeit als Abszisse dient. Hierbei ist zu beachten, dass die Normalgänge für die Mitte des Zeitraumes gelten, aus welchem sie abgeleitet wurden, und für diese Daten eingetragen werden müssen. Um jetzt die erste Tangente zu erhalten, legt man mit freier Hand durch die drei erhaltenen Punkte eine gerade Linie hindurch, so dass die Summe der Abstände der Punkte von der Linie auf beiden Seiten annähernd gleich ist. Diese Linie verlängert giebt die gesuchte Tangente.

Man entnimmt nun der ersten Tangente die Ordinaten für zwei um 20 bis 30 Tage auseinanderliegende Daten, dividirt ihre Differenz durch die Tageszahl und der Quotient ist die Aenderung des Ganges. Hiermit und mit einer der beiden abgelesenen Ordinaten berechnet man den Gang für den Augenblick der letzten Standbestimmung. Sind z. B. die gemessenen Ordinaten: Am 29. August $+ 7{,}55^s$, am 28. September $+ 9{,}50$, so ist die tägliche Aenderung: $+ 0{,}065$.

Der Gang für den 30. August ist dann:

$$g_0 = + 7{,}55 + 0{,}065 = + 7{,}62^s.$$

Man rechnet weiter, indem man den Normalgang jeden Tag um den Betrag der Acceleration ($+ 0{,}065$) ändert, bis eine neue Standbestimmung einen neuen Normalgang liefert, welcher gefunden wird, indem man die Differenz zwischen beobachtetem und berechnetem Stande, dividirt durch die Zwischenzeit, an denjenigen Normalgang anbringt, welcher für die Mitte des verflossenen Zeitraumes angewendet worden ist. Würde z. B. am 19. September der Stand $+ 02^h\, 1^m\, 56{,}0$ beobachtet worden sein, während die Berechnung $+ 0^h\, 21^m\, 57{,}4^s$ ergab, so ist die Zwischenzeit 10 Tage, daher die Korrektion von $g_0 = - 1{,}4/20 = - 0{,}07^s$.

In der Mitte des Zeitintervalls, am 9. September hat man:

$$g_0 = + 7{,}62 + 10.\ 0{,}065.\ 0{,}07 = + 8{,}20^s.$$

Dies wird in das Koordinatennetz eingetragen und man erhält den vierten Punkt.

War die Zwischenzeit mindestens 10 Tage, sodass das neue g_0 mit leidlich grossem Gewichte auftritt, so wird man diesen vierten Punkt benutzen, um den Verlauf der Gangkurve eventuell zu ändern, doch soll nach Börgen dies nicht geschehen, wenn nicht beträchtliche Differenzen vorkommen. Nun wird wie früher angegeben gerechnet, bis wieder zwei neue Normalgänge erhalten worden sind, und der Verlauf der Kurve eine neue Aenderung verlangt.

Börgen hat das Verfahren auf drei Chronometer angewendet, welche eine Fahrt mit dem deutschen Kriegsschiff „Viktoria“ machten, und hat vorzügliche Resultate erhalten; allein er unterlässt es doch nicht, zu grosser Vorsicht zu mahnen. „Wenn auch im Ganzen genommen das Resultat ein recht günstiges gewesen ist, so muss doch von vornherein darauf aufmerksam gemacht werden, dass das Verfahren nur mit einer gewissen Vorsicht angewendet werden sollte; es giebt Fälle, . . . wo man durch das hier beschriebene Verfahren sehr viel weiter aus dem Wege gerathen kann als durch das gewöhnliche.“

III.

Einen wichtigen Beitrag zur theoretischen Chronometrie hat Herr Nees von Esenbeck geliefert. Er betont die Nothwendigkeit, zwischen der Klassifikationsweise der Chronometer und der für die Gangkorrektion benutzten Methode engere Beziehungen zu schaffen. Um auf diese Arbeiten v. Esenbeck's einzugehen, müssen wir zunächst bemerken, dass in der K. deutschen Marine die Berichtigung des Ganges für Temperatur nach der Formel geschieht:

$$g = g_0 + a(T - 15^\circ) + b(T - 15^\circ)^2,$$

wo g den Gang bei der Temperatur t, g_0 den Gang bei 15° C., und a und b Koeffizienten bezeichnen, welche bei einer jeden Winter vorgenommenen Untersuchung für jedes neue oder nach der letzten Untersuchung gereinigte Chronometer bestimmt werden. Es liegt nun ausser Zweifel, dass für den praktischen Gebrauch jenes Chronometer das beste sein wird, welches nach Anwendung der Temperaturkorrektion gemäss obiger Formel den Gang am festesten hält, mithin jenes, bei welchem der von der Temperatur herrührende Fehler, also die zurückgebliebene Unvollständigkeit der Kompensation, zufällig am genauesten der genannten Formel entspricht. „Es kann daher der Fall vorkommen", sagt Nees von Esenbeck, „dass das Verhältniss der Leistungen zweier Chronometer ohne und mit Anwendung der Temperaturverbesserung sich umkehrt, so dass nach Maassgabe des unverbesserten Ganges geringere Chronometer den festeren verbesserten Gang ergeben. Wenn diese Umkehrung in starker Weise hervortritt, so muss es fraglich werden, ob als Werthfolge der Chronometer für die Zwecke der Ausrüstung und der Navigation die für den Beschaffungszweck zweifellos richtige Ordnung nach der Festigkeit des unverbesserten Ganges unter allen Umständen angemessen ist."

Zur Entscheidung dieser Frage hat nun v. Esenbeck am Kieler Observatorium folgende Untersuchung angestellt:

Da bei Anwendung obiger Formel die Veränderung von g_0 den grössten Einfluss ausübt, so wurde gelegentlich einer Prüfung von 43 Chronometern ausser der gewöhnlichen Prüfung nach der Formel $A + 2B + C$ eine zweite Klassifikation nach der Formel $2D + D'$ vorgenommen, wo D die grösste vorgekommene Aenderung zweier aufeinander folgenden Werthe von g_0, und D' die grösste überhaupt stattgehabte Veränderung von g_0 während der ganzen Prüfungszeit ist. Eine Vergleichung der Rangordnung der Chronometer, wie sie sich aus der Anwendung der beiden Formeln ergiebt, führt zu sehr grossen Unterschieden; wir wollen nur die grössten Abweichungen hervorheben:

Nach	Rang unter 43 Chronometern.												
$A + 2B + C$	6	12	13	17	22	27	28	31	32	33	37	39	42
$2D + D'$	20	1	27	29	33	7	40	42	19	22	25	9	23

Es wäre zu wünschen, dass die Versuche in dieser Richtung fortgesetzt würden, denn worauf es ja ankommt, ist, dass man einen beständigen Normalgang erhalte, weil dann die Vorausberechnung der Gangänderungen erleichtert wird. Wir glauben aber auch, dass bezüglich des Studiums der Kompensation diese Methode vorzüglich ist, weil der Fabrikant so sichere Anhaltspunkte gewinnt. Nees von Esenbeck hat in der That auch eine Vergleichung der Kompensationsarten nach der Formel $2D + D'$ vorgenommen und folgende Resultate erhalten:

Kompensation	Anzahl der geprüften Uhren	$A + 2B + C$	Kompensation nach $A + 2B + C$	$2D + D'$	Kompensation nach $2D + D'$
Zügelkompensation, gewöhnliche Hemmung	12	2,06	1	2,42	4
Widerstandssupplement	1	2,16	2	1,88	1
Hilfskompensation für Wärme und Kälte	3	2,51	3	2,86	5
Wärmesupplement	3	2,82	4	2,30	3
Zweite Hilfskompensation ...	6	3,08	5	3,35	7
Airy'sche Hilfskompensation	6	3,92	6	3,03	6
Hartung'sche Hilfskompensation	1	4,31	7	1,89	2
Hilfskompensation für Kälte.	3	4,50	8	5,29	11
Hilfskompensation	6	4,54	9	4,23	10
Retraktionsbalance	2	4,55	10	5,93	12
Gewöhnliche Hilfskompensation	17	5,44	11	3,70	9
Gewöhnliche Kompensation ohne Neben-Einrichtungen.	12	5,81	12	3,42	8

Aus der voranstehenden Tabelle geht nun hervor, dass die Zügelkompensation auf alle Fälle vorzüglich ist, denn ob nach $A + 2B + C$ oder nach $2D + D'$ geordnet, nimmt sie eine hohe Stelle ein. Von Bedeutung ist die geringe Leistung der gewöhnlichen Kompensation, deren Durchschnitt aus 62 Chronometern nach $A + 2B + C$ geordnet, die letzte Stelle einnimmt. Bemerkenswerth ist indessen das Aufrücken dieser Kompensation bei der Ordnung nach $2D + D'$; es hat demnach die gewöhnliche Kompensation einen dem angenommenen Wärmegesetz

$$g = g_0 + a(T - 15) + b(T - 15)^2$$

besonders gut entsprechenden Gang zur Folge. Besonders mangelhafte Leistungen weist die gewöhnliche Hilfskompensation auf, welche bei dem bedeutenden Gewichte 17 so stark zurückblieb.

Diese Untersuchungen dürften für den Fachmann von grösster Wichtigkeit sein; denn stellt es sich einmal heraus, dass eine bestimmte Kompensation alle anderen überragt, so wäre kein Grund mehr vorhanden, ihr andere vorzuziehen einerseits, und andrerseits würde sich das System herausstellen, auf dessen Verbesserungen die Anstrengungen der Fachleute zu richten wären.

IV.

Ein weiteres Stadium der Entwicklung der theoretischen Chronometrie hat Herr Prof. C. F. W. Peters eingeleitet, indem er der üblichen Gangformel noch ein Glied für die Feuchtigkeit hinzufügte. Er erhielt aus einer 18tägigen Beobachtung eines Chronometers, bei welcher der Feuchtigkeitsgehalt der Luft sorgfältig notirt wurde, 15 Gleichungen, die er nach der Methode der kleinsten Quadrate behandelte. Je nachdem er nun das Feuchtigkeitsglied in die Gleichungen einführte oder nicht, betrug die Summe der Fehlerquadrate 81,62 bezw. 0,32, ein Resultat, das für sich selbst spricht.

Bei dem grossen Einflusse der Feuchtigkeit auf den Gang der Chronometer hat auch die *Deutsche Seewarte* in Hamburg, welche der theoretischen und praktischen Chronometrie so ausserordentliche Sorgfalt widmet, umfassende Untersuchungen über den Gegenstand angestellt. Zu diesem Zwecke wurden die Gänge von sechs Chronometern nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen, und hierbei die Dekadengänge als Funktionen der Zeit, der Feuchtigkeit und der Temperatur dargestellt; es ergab sich hierbei dasselbe Resultat, was Peters erhalten hatte. Die Seewarte begnügte sich nicht mit diesem rechnerischen Ergebniss; ihr Hauptzweck war, bestimmte Einblicke in die Natur der Einwirkung der Feuchtigkeit zu erlangen. Die Seewarte kommt hierbei zu folgendem vorläufigen Ergebniss:

„Man wird . . . zu der Vermuthung geführt, dass die Empfindlichkeit der Chronometer gegen die Einflüsse der Feuchtigkeit ganz wesentlich durch den inneren Zustand des Instrumentes, vor Allem durch den Grad der Verunreinigung und der Rostbildung an der Spirale bedingt wird. Je mehr die Zersetzung der Metalltheile zunimmt, umsomehr wächst der Koeffizient des quadratischen Feuchtigkeitsgliedes im positiven Sinne, und gerade eine Veränderung dieses Koeffizienten ist im Stande, bei extremen Feuchtigkeiten sehr bedeutende Beiträge zur Gangformel zu liefern."

Die Untersuchungen der Seewarte auf diesem Gebiete sind noch nicht abgeschlossen; wir stimmen ihr aber zu, wenn sie die Hoffnung ausspricht, „dass durch die neuen und wesentlich verbesserten Konstruktionen der Schutzvorrichtungen gegen die Veränderung des Feuchtigkeitsgehaltes im Innern des Gehäuses eine weitere Komplikation des rechnerischen Apparates überhaupt überflüssig gemacht wird."

V.

Zu den neuesten Chronometer-Untersuchungen gehören ferner diejenigen Experimente, die sich auf das Verhalten dieser Uhren bei bewegter Unterlage beziehen. Zu diesen Untersuchungen wurde der Combe'sche Apparat der *Deutschen Seewarte* in Hamburg benutzt, welcher folgende Bewegungsarten gestattet: 1. Einfaches Rotiren, 2. Rotiren und Rollen, 3. Rotiren und Stampfen, 4. Rotiren, Rollen und Stampfen. Um auch senkrechte Stösse herzustellen, wurde nach Angabe Neumayer's an der unteren Seite der den Schaukelkasten tragenden Stange ein etwa zolldicker, senkrecht stehender Eisenstab eingeschraubt, welcher an seinem unteren Ende in einer Gabel ein mit Gummi umlegtes Rad trägt. Letzteres berührt bei der rotirenden Bewegung des Apparates den Fussboden des Lichthofes (der Unterlage). An drei ungefähr gleichentfernten Stellen des Radweges ist ferner am Boden je eine aus Holz gefertigte schiefe Ebene aufgestellt. Dieselben bewirken ein langsames Heben und darauffolgend ein zollhohes Niederfallen des Schaukelkastens.

Der Apparat war an fünf Tagen in der Woche 5 Stunden lang in Bewegung, so dass die zwei Ruhetage zur Feststellung der erfolgten Einflüsse dienten.

Als Resultat der Versuche ergab es sich, dass alle Bewegungsarten des Apparates übereinstimmend eine Acceleration verursachen; dieselbe ist relativ gering beim einfachen Rotiren, beim Rollen sowie beim Stampfen, erreicht aber bei der zusammengesetzten Bewegung von Rollen und Stampfen einen ganz erheblichen Betrag. Der Grund für letztere Erscheinung ist darin zu suchen, dass eine bedeutende Komponente der kombinirten

Bewegung in der Ebene der Unruhe des Chronometers liegt. *Die accelerirende Wirkung wird im Allgemeinen noch verstärkt, wenn in der oben beschriebenen Weise noch senkrechte Stösse hinzutreten.*

Es fragt sich nun, inwiefern diese Versuche mit den Verhältnissen der Schifffahrt in Einklang gebracht werden können. Aelteres vorhandenes Material würde darauf hinweisen, dass eingeschiffte Chronometer eher retardiren als acceleriren, was in Widerspruch zu obigen Resultaten steht. Allein die bei den eingeschifften Längenuhren beobachtete Retardation dürfte doch mehr dem Einflusse der Feuchtigkeit zuzuschreiben sein. Interessant in dieser Beziehung sind die Versuche gewesen, welche Dr. J. Bolte auf einer Reise nach Südamerika ausführte. Er nahm drei Chronometer mit, die er sorgfältig beobachtete und fand im Allgemeinen bestätigt, dass Feuchtigkeit, Schiffs- und Schraubenbewegung einen Einfluss auf den Gang ausüben. Allein die Experimente Dr. Bolte's dauerten nur 32 Tage und es ist sehr fraglich, ob die Beeinflussung der Gangesänderung, wie er es annimmt, proportional der relativen Feuchtigkeit, der Stärke der Schiffsbewegung und der Dauer der Schraubenthätigkeit erfolgt. Solchen summarischen Untersuchungen sollten doch noch weitere spezielle Experimente vorangehen, da dasjenige, was bisher geschah, schliesslich doch noch zu wenig ist.

Wir sehen aus dem vorstehenden kurzen Bericht, dass besonders in Deutschland auf dem Gebiete der theoretischen Chronometrie ein reges Streben herrscht, dass alle Fragen, die sich auf die Gangänderung und auf die Stabilität der Koeffizienten und des Normalganges beziehen, zum Gegenstande besonderer Untersuchungen gemacht wurden und hoffentlich noch gemacht werden, so dass die Chronometrie auf eine grosse Zukunft rechnen kann.

Taschen-Nivellirinstrumente.

Von

Mechaniker **Georg Butenschön** in Bahrenfeld bei Hamburg.

Die im Nachfolgenden kurz beschriebenen, durch deutsches Reichspatent No. 36795 geschützten Taschen-Nivellirinstrumente, welche den Vortheil bieten, dass Objekt, Libelle und Fadenkreuz gleichzeitig im Gesichtsfelde sichtbar sind, eignen sich besonders für die praktischen Zwecke des Architekten, Bautechnikers, Landwirths, Wegebau-Ingenieurs, dürften aber auch für manche Arbeiten des Feldmessers, insbesondere für Aufnahmen auf Forschungsreisen gute Dienste leisten.

Fig. 1.

Fig. 1 stellt die ursprüngliche Form des Instrumentes in perspektivischer Ansicht dar. Fig. 2 macht die innere Einrichtung ersichtlich. Das astronomische Fernrohr hat etwa 5malige Vergrösserung und ist mit achromatischem Objektiv *a* versehen, während das Okular nur eine Linse *b* hat; die Oeffnung bei *n* ist ohne Glas; hierdurch ist eine Verlängerung des Okularauszuges herbeigeführt, so dass unter

demselben Platz für die Libelle ist. Die Benutzung kann auf jeder beliebigen Stütze — für oberflächliche Arbeiten bei einiger Uebung sogar aus freier Hand — geschehen. Um jedoch eine recht sichere Einstellung bewirken zu können, ist das Instrument mit einem Fuss versehen, der auf ein Stativ, einen in den Erdboden getriebenen Stock oder Pfahl, ein Arbeitsgeräth oder dergl. geschraubt werden kann. Das über dem Fussgewinde befindliche Kugelgelenk *h* gestattet den Konus so zu richten, dass derselbe ungefähr senkrecht steht und die Fernrohraxe dadurch schon annähernd waagerecht zu stehen kommt.

Fig. 2.

In dem Auszugrohr ist in einem Winkel von 45° ein Spiegel *cd* angebracht, welcher in der Mitte mit einer Oeffnung *m* versehen ist, hinter der das Fadenkreuz sich befindet. Unter dem Spiegel liegt die Libelle ∂, welche durch die Schräubchen *e* und *x* justirt ist. Vermittels einer Oeffnung in der unteren Wandung *y* fällt Licht durch die Libelle auf den Spiegel und bei horizontaler Stellung des Instruments sieht man, beim Schauen durch das Okular, die Blase der Libelle in aufrechter Stellung im Spiegel, sowie durch die Spiegelöffnung das Fadenkreuz und das durch das Objektiv entworfene Bild. Um die horizontale Stellung des Instruments zu erzielen, ist durch Anziehen bezw. Lüften der Schraubenmutter *k* das Fernrohr so zu richten, dass das Spiegelbild der Blase über und unter der Fadenkreuzöffnung gleich weit hervortritt, was durch Schätzung leicht zu ermitteln ist (vgl. Fig. 3). Man verfährt am besten in nachstehender Weise. Zunächst wird das Fernrohr auf das Objekt gerichtet, dann die Blase, äusserlich von der Seite gesehen ungefähr in der Mitte eingestellt, so dass sie, wenn man jetzt durch das Okular sieht, im Spiegel sichtbar wird, und die feine Einstellung leicht zu bewerkstelligen ist, wozu bei einiger Uebung ein kurzer Blick genügt. Bei jeder horizontalen Drehung des Fernrohrs muss die Libellenblase wieder, wie eben beschrieben, neu eingestellt werden.

Fig. 3.

Dieses mehrmalige Einstellen erfordert jedoch weniger Zeit, als wenn ein gewöhnliches Instrument erst nach allen Richtungen waagerecht gestellt wird.

Es empfiehlt sich das Auge recht nahe an das Instrument zu bringen, damit durch das Okular die Spiegelfläche übersehen werden kann. Für Kurzsichtige empfiehlt es sich, die Fadenkreuz-Oeffnung als Marke zu nehmen und darauf zu sehen, dass nach dieser die Blasenenden oben und unten gleichweit hervortreten, was durch Senken und Heben des Auges leicht auszuführen ist.

Falls das Instrument im geschlossenen Raum, wo der Boden dunkel ist, benutzt werden sollte, ist der Libelle durch Unterhalten eines hellen Gegenstandes, etwa eines Stückchen weissen Papiers oder der blossen Hand, mehr Licht zuzuführen.

Das vorbeschriebene einfache Instrument wird auch mit einer Vorkehrung zum Abstecken rechter Winkel geliefert. Diese besteht darin, dass auf einem unter dem Kegelzapfen angebrachten Stahlring ein Winkelstück mit Klemmschraube

befestigt wird, an dessen beiden Schenkelspitzen ein mit dem Obertheile des Instruments in Verbindung stehender Anschlagstift sich anlehnt. Das Fernrohr kann dann über 90° hinaus nicht gedreht werden und beschreibt genau diesen Winkel, wenn es so gerichtet wird, dass der Anschlagstift jedesmal an die beiden Winkelspitzen sich anlehnt.

Beim Gebrauch empfiehlt es sich, den Fuss des Instruments auf einen, im Scheitelpunkt des abzusteckenden Winkels eingeschlagenen Pfahl einzuschrauben und das Winkelstück erst festzuklemmen, nachdem — die eine Spitze des Winkelstücks an den Anschlagstift gelehnt — das Fernrohr auf die bereits gegebene Schenkel-Linie des abzusteckenden Winkels eingestellt ist. Sollte es sich dann ergeben, dass der Vertikalfaden des Fadenkreuzes nicht mehr genau mit der aufgestellten Richtstange zusammenfällt, so kann durch geringe Drehung des Fusses auf dem Pfahl die Uebereinstimmung leicht wieder hergestellt werden.

Das vorstehend beschriebene Taschen-Nivellirinstrument ist in einem Etui verpackt, welches bequem in der Tasche getragen werden kann.

Das Instrument wird in verschiedenen Formen hergestellt. Zunächst wird statt eines astronomischen auch ein terrestrisches Fernrohr geliefert. Sodann wird

Fig. 4.

es auch mit abnehmbarem Horizontalkreis von 7,5 *cm* Durchmesser und Horizontalklemme ausgerüstet; der Kreis ist in ganze Grade getheilt und gestattet Minuten-Ablesung. — Eine andere Anordnung des Instruments zeigt dasselbe mit Horizontal-Mikrometerklemme, terrestrischem Fernrohr, Triebschraube und abnehm-

barer Bussole von 9 *cm* Durchmesser (Theilung in ganze Grade) versehen. Dieser Anordnung des Instruments kann entweder der vorher erwähnte Horizontalkreis oder ein mit bequemer Feinstellbewegung versehener Höhenbogen, für Winkel von $\pm 35°$, (Theilung in ganze Grade, Ablesung in Minuten), oder beide Einrichtungen zugleich beigegeben werden. In der letzteren Anordnung, in welcher also Nivellireinrichtung, Horizontalkreis und Vertikalbogen, sowie Bussole vereinigt sind (vgl. Fig. 4), stellt das Instrument ein „Taschen-Universalinstrument" dar.

Auf Wunsch werden die Instrumente mit Vervollständigungen mannigfacher Art versehen, wie distanzmessende Fäden, Zulegeplatte u. s. w.

Die leichte Handlichkeit und der billige Preis der vorstehend skizzirten Instrumente, die sich bereits seit längerer Zeit praktisch bewährt haben, dürften sie für die eingangs erwähnten Zwecke besonders geeignet machen.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Vierter Deutscher Mechanikertag in München.

Der Ortsausschuss für den am 8. und 9. September d. J. in München stattfindenden vierten Deutschen Mechanikertag setzt sich zusammen aus den Herren A. Diez, Dr. M. Th. Edelmann, Generalsekretär H. Steinach, Dr. R. Steinheil und A. Stollnreuther. Das Programm ist folgendes:

Donnerstag, den 7. September, Nachmittags 4 Uhr: Vorstands- und Kommissionssitzungen. — Abends 9 Uhr: Begrüssung im Kunstgewerbehaus (Pfandhausgasse), woselbst auch die folgenden Sitzungen abgehalten werden.

Freitag, den 8. September, Vormittags. Erste Hauptversammlung: 1. Bericht des Vorsitzenden über die letzten beiden Jahre. — 2. Herr Generalsekretär H. Steinach-München: Ueber die Bedeutung Münchens für die Entwicklung der Präzisionstechnik. — 3. Bericht über die Sammelausstellung in Chikago: a) Arbeiten der Kommission der Deutschen Gesellschaft (Herr H. Haensch); b) Berichte von Augenzeugen (Herren Hartmann, Jung, Prof. Dr. Westphal). — 4. Stellungnahme zu der für das Jahr 1896 für Berlin geplanten Ausstellung (Herr P. Stückrath). — 5. Besprechung über die Zeitschrift für Instrumentenkunde (Herr Prof. Dr. Westphal). — 9. Besprechung über das Vereinsblatt (Herr A. Blaschke). — 7. Herstellung eines Mechaniker-Adressbuches (Herr K. Friedrich). — Nachmittags im Polytechnikum: Gemeinsame Sitzung mit der Deutschen Mathematiker-Vereinigung. — Abends 7 Uhr: Zusammenkunft in der Isarlust.

Sonnabend, den 9. September, Vormittags. Zweite Hauptversammlung: 8. Herr Ingenieur Oskar v. Miller-München: Ueber die Benutzung von Elektromotoren im Kleingewerbe. — 9. Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feintechnik: a) Bericht über die Münchener Schraubenkonferenz und den jetzigen Stand der Arbeiten über die Befestigungsschrauben; b) Bericht der Schraubenkommission (Herr R. Fuess). — 10. Einführung einheitlicher Abmessungen für Präzisionsrohre (Herr H. Haensch). — 11. Löthen von Aluminium (Herr F. v. Liechtenstein). — 12. bis 19. der Tagesordnung sind den Vereinsangelegenheiten gewidmet. — Nachmittags 6 Uhr: Festessen.

Sonntag, den 10. September: Ausflug nach dem Starnberger See.

Referate.

Eine einfache Form des Luftthermometers.

Von M. Koppe. *Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr.* **6**, *S. 127. (1893.)*

Die Untersuchungen von Melde (*Wied. Ann.* **32**, *S. 659. 1887*) und Blakesley (*Phil. Mag. V.* **162**. *1888*) haben Herrn Koppe auf folgende sehr einfache Form des Luftthermometers geführt, welche fast so bequem zu benutzen ist wie ein Quecksilberthermometer:

Eine gläserne Kapillarröhre von 2 *mm* innerem Durchmesser ist an beiden Enden verschlossen. In dem unteren Theil ist sie mit trockener Luft gefüllt, die etwa auf $^1/_4$ Atmosphäre verdünnt ist. Auf ihr lastet zur Regelung des Druckes eine Quecksilbersäule von 200 *mm* Höhe. Der obere Theil der Röhre ist luftleer. Bei einer Zimmertemperatur von 20° C. erfüllt die abgesperrte Luft etwa 586 *mm* der Röhrenlänge; für jeden Grad der Erwärmung dehnt sie sich um etwa 2 *mm* aus. Der Druck kann als unveränderlich angesehen werden, da seine sehr geringe Abnahme, welche durch die Ausdehnung des Glases bei steigender Temperatur veranlasst wird, vernachlässigt werden kann.

Beabsichtigt man das Luftthermometer nicht über 73° Kälte hinaus zu benutzen, so kann man dem untersten Theile der Luftröhre die Gestalt einer Kugel von 14 bis 15 *mm* Durchmesser geben.

Damit das Thermometer den Schwankungen der Temperatur schnell folgen kann, muss das Glas so dünn gewählt werden, dass es noch den äusseren Luftdruck aushält. Ferner muss das Kaliber der Kapillarröhre sehr gleichmässig sein. Die Skale kann direkt auf die Glasröhre geätzt werden. Bei den angenommenen Maassen ist das gerade Thermometer etwa 1 *m* lang, das mit der Kugel aber nur 0,6 *m*.

Bei dem Gebrauche ist darauf zu achten, dass der Körper, dessen Temperatur gemessen werden soll, die abgesperrte Luft völlig umgiebt. Da ferner das Thermometer stets eine lothrechte Lage haben muss, so dürfte es sich empfehlen, an seinem unteren Ende noch eine mit Schrot oder Quecksilber beschwerte Kugel, wie beim Araeometer, anzubringen. Die Instrumente des Herrn Koppe hatte Herr Glasbläser Stuhl, Berlin NW., Philippstr. 22, angefertigt. *H. H.-M.*

Instrument für erdmagnetische Messungen und astronomische Ortsbestimmungen auf Reisen.

Von H. Wild. *Rep. f. Met. Bd. XVI, No. 2. (1892.)*

Herr Direktor Wild, der sich durch vielfache Konstruktionen neuer Instrumente für erdmagnetische Messungen die grössten Verdienste erworben hat, beschreibt in seiner oben zitirten Abhandlung ein Reiseinstrument, mit dem sowohl die erdmagnetischen Elemente (Deklination, Horizontal-Intensität und Inklination), als auch die nöthigen astronomischen Daten (Zeit und Azimuth) bestimmt werden können. In der Einleitung erörtert der Herr Verfasser jene theoretischen Bedingungen, welche bei Ausführung des Instrumentes maassgebend waren, um den Messungsresultaten eine Genauigkeit zu sichern, die bei Reisebeobachtungen bisher kaum erreicht worden ist. Das beschriebene Instrument ist zum grössten Theil vom Mechaniker des Observatoriums, Herrn H. Freiberg, in vollendeter Weise ausgeführt worden und ist bestimmt, bei der anzubahnenden magnetischen Landesaufnahme im russischen Reiche Verwendung zu finden. Zur Messung der Inklination wurde nach Angabe des Herrn Direktors Wild ein kleiner Erdinduktor von Herrn Dr. Edelmann in München ausgeführt.

Für die astronomischen Beobachtungen sowie für die Bestimmung der Deklination und Horizontal-Intensität dient ein Theodolit, dessen Horizontalkreis einen Durchmesser von 17 *cm* hat. Die Axe trägt einen über den Rand des Kreises übergreifenden konischen Deckel, auf dem über diametral gegenüberliegenden Ausschnitten unter ungefähr 15° zur Normalen der Theilfläche die Mikroskope angebracht sind. Der Kreis ist von 10 zu 10 Minuten getheilt, und jeder Grad mit einer kleinen Zahl bezeichnet. Die achromatischen

Mikroskopobjektive von 29 *mm* Brennweite entwerfen ein der Theilung ungefähr gleich grosses Bild, welches mit einem 10mal vergrössernden parallel der Bildebene verschiebbaren Ramsden'schen Okular betrachtet wird. Die Ablesung geschieht an einer in der

Bildebene liegenden Glastheilung, deren 30 Theilstriche auf 29 Theile der Kreistheilung kommen, so dass man damit $^1/_{30}$ eines Theiles der Kreistheilung ($^1/_{30}$ von $10' = 600''$: $30 - 20''$) ablesen kann. Sowohl die Objektive als auch die ganzen Mikroskope sind verstellbar, um die

nöthigen Justirungen ausführen zu können. Die Kreistheilung, die durch den früher erwähnten Deckel vor Staub und Beschädigung geschützt ist, wird dadurch beleuchtet, dass der untere dem Kreiszentrum zugewandte Theil der Hülsen, in welche die Mikroskope eingeschoben sind, ausgeschnitten und durch ein durchscheinendes Papier verschlossen ist. An dem Alhidadendeckel sind ausserdem bewegliche Beleuchtungsspiegel angebracht.

Der Deckel trägt das exzentrisch angebrachte Lagerstück zur Aufnahme der horizontalen Fernrohraxe, welchem gegenüber ein Gegengewicht befestigt ist. Zur Feinbewegung dient eine Klemme mit Mikrometerschraube und Feder. Im Brennpunkte des Fernrohrs, dessen achromatisches Objektiv eine Brennweite von 19 *cm* hat, befindet sich ein Fadenkreuz, das auf einer unterhalb des Horizontalfadens getheilten Glasplatte aufliegt. Die Theilung (1 Skalentheil = 2′) wird durch das 4mal vergrössernde Okular betrachtet, welches durch eine steile Schraube rasch längs der Theilung verschoben werden kann. Die Beleuchtung dieser Theilung geschieht in der bei den Lamont'schen Theodoliten üblichen Weise mittels eines Prismas. In den Okulardeckel kann ein zugehöriges Sonnenglas oder ein rechtwinkliges Prisma mit Sonnenglas eingeschoben werden, um auch bei vertikaler Lage des Fernrohrs noch bequem beobachten zu können. Das Fernrohr ist mit einem Vertikalkreis von 10 *cm* Durchmesser verbunden, an dem mittels Lupen 20″ abgelesen werden.

Zur Aufnahme des Deklinations- und Schwingungskästchens sowie des Gehäuses für den abzulenkenden Magnet mit der Schiene ist in der Mitte des Kreisdeckels ein konischer Zapfen angebracht, auf welchen dasselbe aufgeschoben und mittels Stellschrauben in die richtige Lage gebracht werden kann.

Das Deklinationsgehäuse, welches gleichzeitig Schwingungskästchen ist, besteht aus einem horizontal liegenden Zylinder von 27 *mm* Länge und 80 *mm* innerem Durchmesser aus Messing, in den oben das 24 *cm* lange Suspensionsrohr eingeschraubt ist. Das Letztere trägt oben, wie üblich, einen Torsionskopf mit einer Randtheilung von 2 zu 2° und eine Klemme zum Heben bezw. Senken des Suspensionsfadens. Das untere Ende des Fadens ist in einen Messingstift eingeklemmt, der am unteren Ende eine kleine Hülse mit Feder und Schlitz trägt zur Aufnahme des Magnet- oder Torsionsstabes. Am oberen Ende ist der Stift durchbohrt, um einen zweiten in die Seitenwand des Rohrs einzuschraubenden Stift durchstecken zu können, der ein Verdrehen des Suspensionsfadens verhindert. Das Gehäuse ist vorn und rückwärts durch Holzdeckel geschlossen, in deren vorderem, dem Objektiv zugekehrten, eine in der Mitte befindliche Oeffnung durch ein planparalleles Glas verschlossen ist. Der rückwärtige besitzt eine etwas grössere Oeffnung, die durch ein gewöhnliches Glas geschlossen ist und durch eine Scheibe bedeckt werden kann. Bringt man den Magnet durch Heben des Fadens in die Mitte des Gehäuses, so befindet er sich in gleicher Höhe mit der optischen Axe des Fernrohrs. Das Gehäuse hat noch eine seitliche Oeffnung, in welche eine oben offene, unten geschlossene Messingröhre unter 45° geneigt so eingesetzt ist, dass das geschlossene Ende nahe an die Mitte des aufgehängten Magnets reicht, und in welche ein in $^1/_5$° C. getheiltes Thermometer eingeschoben werden kann.

Der Intensitätsaufsatz mit dem abzulenkenden Magnet ist mit der Ablenkungsschiene fest verbunden, indem er einen in seiner Mitte durchbohrten Bronzewürfel darstellt, durch dessen, auf dieser Bohrung senkrechte, Seitenwände gewissermaassen die Ablenkungsschiene durchgesteckt ist. Man hat thatsächlich zuerst die Schiene in den Würfel eingelöthet und dann eine 31 *mm* weite Bohrung gemacht, in welche ein Hohlzylinder aus reinem Kupfer (Dämpfer) von 19 *mm* innerem Durchmesser eingeschoben wurde. Die vordere und hintere Oeffnung dieses letzteren Hohlraumes sind durch planparallele Glasplatten verschlossen; die rückwärtige kann durch einen um ein Scharnier drehbaren Deckel bedeckt werden.

Die Ablenkungsschiene hat einen T-förmigen Querschnitt, ist oben halbzylindrisch ausgehobelt und ausgeschliffen und enthält in der Mitte der Vertiefung in Abständen von

18, 19 bis 24 *cm* vom Zentrum 1 *mm* weite Löcher, in welche ein am Ablenkungsmagnet angebrachter Stift hineinpasst. Das zur Bestimmung der Temperatur während der Ablenkungen bestimmte in $^1/_5{}^\circ$ C. getheilte Thermometer wird auf das zweite Schienenende gelegt, und sein zylindrisches Gefäss mit einem Deckel überdeckt. Da Thermometer und Deckel zusammen ebenso schwer sind wie der Magnet, so dienen sie zugleich als Gegengewicht.

Der Deklinationsmagnet ist ein Stahlzylinder von 60 *mm* Länge und 10 *mm* Durchmesser, der an den beiden Endflächen plan abgeschliffen ist, so dass sie als Spiegel dienen. Der Torsionsstab von gleichem Gewicht (38 *g*) ist ebenfalls an dem einen Ende plan abgeschliffen. Beide Stäbe sind oben und unten mit gleichen Messingstiften versehen zum Einschieben in die Suspension. Die beiden Ablenkungsmagnete, wovon der eine ganz gleich dem Deklinationsmagnet, der andere nur um 10 *mm* kürzer ist, haben unten einen kleinen konischen Stift, der in die Bohrungen der Schiene hineinpasst. Zum ersteren gehört ein Hilfsmagnet (der abzulenkende) von 28 *mm* Länge und 10 *mm* Durchmesser, zum letzteren ein solcher von 40,2 *mm* Länge und 8,2 *mm* Durchmesser.

Die wichtigste Neuerung besteht wohl darin, dass Herr Direktor Wild zum erstenmal den Erdinduktor zur Messung der Inklination bei Reisebeobachtungen in Anwendung bringt. Der Referent, der theils am Observatorium, theils auf seinen Reisen mehr als tausend Messungen mit dem Nadelinklinatorium ausgeführt hat, kann aus eigener Erfahrung bezeugen, wie misslich solche Messungen besonders auf der Reise sind.

Das Instrument sowie seine Benutzung ist so einfach, dass von nun an Reisebeobachtungen wohl nur mit diesem ausgeführt werden dürften. Der Konstruktion liegt eine, von Mascart im Jahre 1883 (*Compt. rend. 97. S. 1191*) angegebene, Nullmethode zu Grunde, nach welcher diejenige Stellung der Rotationsaxe des Induktors aufgesucht wird, für welche in demselben kein Strom entsteht, was bekanntlich dann der Fall ist, wenn die Rotationsaxe mit der Richtung des Erdmagnetismus zusammenfällt. Es hat sich also darum gehandelt eine Konstruktion auszuführen, bei der die Neigung der Rotationsaxe im magnetischen Meridian abgelesen werden konnte.

Der Erdinduktor besteht aus einem kräftigen horizontal liegenden Messingring von 25 *cm* äusserem Durchmesser, der mit 3 Stellschrauben versehen ist und auf seiner oberen Fläche eine Gradtheilung trägt. In demselben dreht sich als Alhidade ein zweiter Ring mit einem Indexstrich und zwei diametral gegenüberstehenden Klemmen. An den Alhidadenring sind zwei niedrige Axenlager angebracht, in welchen die Zapfen eines kleineren Messingringes von 17,5 *cm*, nur 20 *mm* über dem Basisringe, ruhen. Auf dem einen Zapfenende befindet sich eine Vorrichtung zur mikrometrischen Bewegung, während auf dem andern ein in 10′ getheilter Vertikalkreis von 13,5 *cm* Durchmesser angebracht ist und mittels zweier am Axenlager angebrachter Mikroskope abgelesen werden kann. Die Einrichtung der Mikroskope ist gleich jener beim Horizontalkreis.

Dieser um eine horizontale Axe drehbare Ring enthält seinerseits, in dem zur Drehungsaxe senkrechten Diameter, die Lager für die Rotationsaxe des Induktors. Die Lager für die konischen Axenenden bestehen aus passenden konischen Messingstücken, welche durch drei seitliche Schrauben im Ring justirbar sind, und nach erfolgter Justirung durch eine Mutter am Ring von aussen geklemmt werden können. Das eine Axenende (das obere) des Induktors besitzt eine 2 *mm* weite zentrale Bohrung und entsprechend ist auch die, durch eine Klemmmutter am Ring festzustellende, konisch ausgehöhlte Lagerschraube durchbohrt. Diese Bohrung dient zum Einstecken eines Messingstiftes, der am einen Ende einer 1 *m* langen Messingdrahtspirale angelöthet ist, während ihr anderes Ende an der Axe eines kleinen Rades sitzt, das durch ein grösseres Kurbelrad in rasche Rotation versetzt werden kann. Das Räderwerk steckt in einem Gehäuse von 10 *cm* Durchmesser und wird vom Beobachter mittels eines Holzgriffes in der einen Hand gehalten, während die andere an der Kurbel dreht. Die Rotation theilt sich durch die Spirale dem an ihr angelötheten Stift und durch diesen dem Induktor mit.

Die Induktorrolle besteht aus 2 Messingspulen von 10 *cm* äusserem Durchmesser und je 1 *cm* innerer Breite, welche konaxial beiderseits an der zwischen ihnen durchgehenden zylindrischen Axe befestigt sind und je 580 Windungen eines 0,4 *mm* dicken mit Seide besponnenen und gefirnissten Drahtes tragen, dessen Enden an den beiden Hälften eines, am untern Axenende angebrachten Kommutators eingeklemmt sind. Die Kontaktfedern (Bürsten) sind an dem, die Axenlager des Induktors tragenden Ringe isolirt befestigt, können durch Schrauben mehr oder minder gespannt werden und sind mit Klemmschrauben für die zum Galvanometer führenden Leitungsdrähte versehen. Der Gesammtwiderstand des Induktors beträgt 40 *Ohm.*

Zur Beobachtung des induzirten Stromes wird ein Rosenthal'sches Galvanometer auf die Alhidade des magnetischen Theodoliten aufgesetzt. Die Stellung des hufeisenförmigen Magnets, der einen Spiegel trägt, kann mit dem vorhin beschriebenen Fernrohr des Theodoliten genau verfolgt werden. Ist die Justirung der Axen mittels der Libellen ausgeführt worden, so wird die Induktoraxe horizontal gestellt und ihre Stellung an dem Vertikalkreis abgelesen. Bringt man sie dann in den magnetischen Meridian, was leicht mittels einer in Spitzen auslaufenden, mit Achathütchen auf einer Stahlspitze ruhenden Magnetnadel bewerkstelligt werden kann, so wird das Galvanometer keinen Strom anzeigen, wenn die Axe noch um den Inklinationswinkel gegen den Horizont geneigt worden ist; diese Neigung wird abermals am Vertikalkreis abgelesen, und die Differenz der beiden ausgeführten Lesungen ist die gesuchte Inklination.

Die im Sommer und Herbst 1892 mit diesem neuen Instrumente angestellten Messungen ergaben so zufriedenstellende Resultate, dass man zu der Hoffnung berechtigt ist, sie werden auch auf Reisen den gestellten Genauigkeitsanforderungen vollkommen entsprechen.

J. Liznar.

Ein neuer Extraktionsapparat.

Von H. W. Wiley. *Aus Chem.-Ztg. Repertorium* **17.** *S. 100* nach *Journ. anal. and appl. Chem.* **7.** *S. 65.*

Der Kühler und das Extraktionsgefäss des neuen Apparates sind so kompendiös, dass sie in einem etwas weiten Probirrohr *A* untergebracht werden können. Das Extraktionsgefäss ist ein Tiegelchen aus Platin oder Porzellan *P* mit durchlöchertem Boden, das zur Aufnahme der zu extrahirenden Substanz dient; man bringt die Substanz erst nach Einbettung einer Asbestlage in den Tiegel. Mittels einiger Drähte und der Häkchen *h* hängt der Tiegel an der Kühlvorrichtung, welche die aus der Figur ersichtliche Form hat. Das Kühlwasser tritt durch das zentrale Rohr *E* ein und durch *D* aus, wird aber auf seinem Wege durch die Querwände *B* gezwungen, die grosse Oberfläche des Kühlers ganz zu bespülen. Das Rohr *F* dient zur Einführung der Extraktionsflüssigkeiten. *Fm.*

Metallener Destillationskühler.

Von Ed. Donath. *Zeitschr. f. angew. Chem. 1893. S. 131.*

Um der Unhandlichkeit und Zerbrechlichkeit der Liebig'schen Kühler abzuhelfen, hat der Verf. einen Apparat ganz aus Messingblech konstruirt, der, zunächst für Destillationszwecke bestimmt, auch ohne Schwierigkeit als Rückflusskühler dienen kann. Die Kühlvorrichtung ist in einen kurzen Messingzylinder eingeschlossen, der bei Destillationen mittels eines Rohres und eines Stopfens auf den Destillationskolben aufgesteckt, bei Verwendung als Rückflusskühler aber in den Kolbenhals eingehängt wird. Die Kühlfläche ist ein Metallkonus, der mit der weiteren Seite nach unten in den äusseren Zylinder eingesetzt ist und vom Kühlwasser umspült wird. Die von seinen Wänden herabtropfende Flüssigkeit sammelt sich am Boden des äusseren Zylinders und wird durch einen seitlichen Ausfluss der Vorlage zugeführt. *Fm.*

Neu erschienene Bücher.

Das Augenleuchten und die Erfindung des Augenspiegels, dargestellt in Abhandlungen von E. v. Brücke, W. Cumming, H. v. Helmholtz und C. G. Theod. Ruete. Aeltere Beiträge zur Physiologie der Sinnesorgane in Neudrucken und Uebersetzungen herausgegeben von Arthur König. Hamburg und Leipzig. Leopold Voss. 1893. M. 2,50.

Der Herausgeber beabsichtigt, aus dem Gebiete der Physiologie der Sinnesorgane ältere Abhandlungen, welche für die Entwicklung der Wissenschaft von Bedeutung geworden, aber, weil in wenig verbreiteten oder ausländischen Zeitschriften oder in längst vergriffenen Broschüren oder grösseren Werken niedergelegt, jetzt nur noch schwer zugänglich sind, aufs Neue herauszugeben.

Das vorliegende, Hermann v. Helmholtz zu seinem fünfzigjährigen Doktor-Jubiläum gewidmete, erste Bändchen enthält die Untersuchungen von Brücke und Cumming über das Leuchten der Augen und die grundlegenden Veröffentlichungen von Helmholtz und Ruete über den Augenspiegel Der innere Zusammenhang der in dem Bande vereinigten Abhandlungen ist gegeben durch das schon in den älteren Arbeiten behandelte, von Helmholtz gelöste Problem der Untersuchung des Augenhintergrundes und seiner krankhaften Veränderungen am lebenden Menschen. *H. K.*

Die Akkumulatoren. Eine gemeinfassliche Darlegung ihrer Wirkungsweise, Leistung und Behandlung von Dr. Karl Elbs, a. o. Professor an der Universität Freiburg i. B. Leipzig 1893. Joh. Ambrosius Barth. VIII u. 35 S. M. 1,00.

Das Schriftchen verfolgt den Zweck, weitere Kreise über die wichtigsten bei dem Arbeiten mit elektrischen Akkumulatoren in Betracht kommenden Fragen zu unterrichten. Von den Vorgängen im Daniell'schen Element ausgehend, zeigt der Verfasser zunächst, dass Akkumulatoren und Primärelemente sich nicht wesentlich von einander unterscheiden, um dann den Chemismus der Akkumulatoren bei der Ladung und Entladung der Hauptsache nach durchzusprechen; weiter handelt die Schrift in grossen Zügen von der Einrichtung, Leistungsfähigkeit und Behandlung des Bleiakkumulators. Da die Akkumulatoren wegen ihrer mannigfachen Vorzüge die Primärelemente in physikalischen und chemischen Laboratorien, in der medizinischen Praxis immer mehr verdrängen, so dürfte das vorliegende Schriftchen wohl Manchem willkommen sein. *Lck.*

Patentschau.

Vorrichtung zur Bestimmung von Koordinaten. Von G. Müller in Gablonz. Vom 18. Juni 1892. No. 66495. Kl. 42.

Auf einer Platte sind an den Endpunkten einer darauf verzeichneten Grundlinie über einem Liniennetz zwei Lineale derart drehbar angebracht, dass man sie mit Hilfe von Kreistheilungen nach gemessenen Winkeln einstellen und an dem Netz der Platte die Ordinate und Abszisse des Schnittpunktes der beiden Lineale bestimmen kann.

Vorrichtung zur Regelung des Abfalles bei Uhren. Von C. Ruhnke in Berlin. Vom 29. März 1892. No. 66164. Kl. 83.

Die Vorrichtung ermöglicht unter Anwendung einer Stellschraube den Abfall bei Uhren mit nur einem Handfinger zu regeln.

Auf der Ankerwelle *a* sitzt ein mit dem Pendel verbundener Winkel *b b'*, dessen eines Schenkelende frei über dem Ende des Ankerarmes *c* liegt. In dieser Lage wird der Winkel durch eine über die Welle geschobene Feder *g* gehalten. Das eine Ende der Feder *g* ruht lose auf dem Winkelarm *b*, das andere Federende drückt auf einen Dorn *h*, der am Anker *c* befestigt ist. Das freie Ende des Armes *b* ist mit einem Muttergewinde für die Stellschraube *d* versehen, die den Schenkel *c* des Ankers berührt, so dass durch sie die Lage des Abfalles beeinflusst werden kann.

Vorrichtung an Rechenmaschinen, um durch Abdrucken der einzelnen Zahleneinstellungen den Gang der Rechnung überwachen zu können. Von J. L. Huber in Hamburg. Vom 13. März 1892. No. 66340. Kl. 42.

Die Druckwalze *b* ist in einem Gleitstück derart gelagert, dass dieselbe beim jedesmaligen Vollenden einer Umdrehung der Axe *f* der Stellscheibe *a* einmal gegen den Umfang der letzteren gedrängt wird, um auf dem von ihr geführten Bande *e* Abdrücke der auf den Stellscheiben befindlichen erhabenen Ziffern hervorzubringen. Der Vorschub des Bandes *e* wird in Folge der Schwingung der die Druckwalze *b* stützenden Lenkstange *r* durch ein geeignetes Schaltwerk *s t u v* bewirkt. Die Schwingungen der Druckwalze *b* werden dadurch hervorgerufen, dass mit der Axe *f* der Stellscheiben eine Kurvennutenscheibe *h* verbunden ist, welche mittels eines Parallelgestänges *l l* bei jeder Umdrehung den Hebel *m* bethätigt.

Elektrischer Kompass mit Kursverzeichner. (II. Zusatz zum Patente No. 56519 vom 22. August 1890, vergl. *diese Zeitschr. 1892. S. 470* und I. Zusatz zu No. 59960, vergl. *diese Zeitschr. 1893, S. 30.*) Von J. Ritter von Peichl in Fiume. Vom 9. Februar 1892. No. 65872. Kl. 42.

Bei dieser Neuerung an dem unter No. 56519 patentirten Kompass werden die Kontakte *a b* der Kompassbüchse, so wie die Induktionsstäbe *F* unabhängig von der Kompassbüchse *A* und vom Kompassgestell *c* gedreht bezw. selbthätig meridional gerichtet. Der Mechanismus zur selbthätigen Drehung der Theile *a b* und *F* kann verschieden eingerichtet sein. Das Wesentliche bleibt immer die Drehung dieser Theile in entgegengesetzter Richtung zur Drehung des Schiffes in Folge des Kontaktes bei *a* oder *b*.

Geschwindigkeitsmesser. Von E. Arp in Laboe. Vom 29. Dezember 1891. No. 66201. Kl. 42.

Die Schwungkraft eines Gewichtes *P*, welches an einem Hebel wirkt, der auf einer von der zu messenden Geschwindigkeit angetriebenen Scheibe seinen Drehpunkt hat, wird auf den Kolben *h* eines auf derselben Scheibe angeordneten, mit einer Flüssigkeit gefüllten Zylinders *A* übertragen. Die Druckflüssigkeit wird aus dem Zylinder durch die hohle Welle *W* des Apparates hindurch in das geschlossene Spurlager der Welle gedrückt, welches durch ein Rohr mit einem Manometer kommunizirt, das die Geschwindigkeit anzeigt. Das Schwunggewicht kann, wie in der Figur, doppelt angeordnet sein.

Schraubenschneidekluppe. Von H. Kieper in Lancaster. Vom 13. April 1892. No. 66167. Kl. 42.

Die halbkreisförmigen, mit Schneidekanten versehenen Schneidebacken *C* besitzen jederseits der Schneidekanten an den oberen Enden nach aussen sich erweiternde halbkreisförmige Ausschnitte, sowie aussen konisch verlaufende Umflächen. Diese Backen werden von einem Ringe *B* gehalten, der aussen zylindrisch und innen in einem zylindrischen Theile *b* mit Gewinde versehen und in einem konischen Theile b^1 glatt ausgeführt ist. Von dem Gewindetheile *b* wird eine Führungsscheibe *F* aufgenommen, welche mit Stegen, mit Gewinde tragenden Löchern und mit Ausschnitten *a* versehen ist. In letztere greifen Ansätze des Kluppengehäuses *A* ein, das durch eine Schraube *s* zusammengespannt wird.

Reissfeder mit Feinstellung. Von B. Draganoff aus Kotel, Bulgarien, z. Z. in Dresden. Vom 2. Juli 1892. No. 66228. Kl. 42

Die Einstellung der Reissfeder geschieht durch Drehung einer Hülse c, welche ein feines und ein grobes Muttergewinde besitzt. Das feine Gewinde greift in das auf den Schenkeln der Reissfeder eingeschnittene konische Gewinde ein und bewirkt die Veränderung der Strichdicke. Das gröbere Gewinde dient dazu, der auf dem Schafte a beweglichen Hülse d eine verhältnissmässig grosse Verschiebung zu ertheilen, um nach einer auf a angebrachten, weitläufigen Skale bequem einstellen zu können.

Dichtigkeitsmesser für Flüssigkeiten. (Zusatz zum Patent No. 64514 vom 25. Juni 1891; vergl. *diese Zeitschr. 1893, S. 37.*) Von H. Volquartz in Heilbronn. Vom 3. Dezember 1891. No. 66271. Kl. 42.

Der im Hauptpatente beschriebene Dichtigkeitsmesser wird in der Weise abgeändert, dass der eine der beiden Schwimmer S in der zu untersuchenden Flüssigkeit, der andere S_1 in einem besonderen Gefäss G schwimmt. Letzteres wird möglichst dünnwandig gewählt, so dass die in ihm enthaltene Flüssigkeit rasch die Temperatur der umgebenden Flüssigkeit annimmt. Man kann in Folge dieser Anordnung die Dichtigkeit von Flüssigkeiten gegenüber einer als Normalflüssigkeit (Wasser, Spiritus, Aether und dergl.) gewählten bestimmen, ohne dass Temperaturveränderungen von Einfluss wären.

Verstellbarer Schraubenschlüssel. Von E. W. Rider in Racine (Amerika). Vom 21. Juni 1892. No. 65969. Kl. 87.

Der verstellbare Schraubenschlüssel mit Sperrvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Schaft der äusseren, in der inneren Backe B verschiebbaren Backe A mit Zähnen a versehen ist, mit denen die Zähne d eines drehbaren Sperrstückes D durch Einwirkung einer Feder G in Eingriff kommen, während beim Auslösen die Backe A von der im Handgriff angeordneten Feder C zurückgeschnellt wird. Ein in dem Schaft der äusseren Backe A angeordneter und in einem Schlitz b des Griffes verschiebbarer Anschlag g begrenzt die Verstellbarkeit der Backen.

Decklog. Von A. Heberle in Ueberdingen. Vom 23. April 1892. No. 66343. Kl. 42.

Auf dem hinteren Ende einer Röhre A ist ein trichterförmiger Schwimmer B aufgesetzt, während das andere Ende dieser Röhre mit einer nach vorn zugespitzten Hülse C versehen ist. Diese trägt zwei nach derselben Seite zugeschärfte Arme D, deren gebogene Flügel E dem Log eine der Geschwindigkeit des Schiffes entsprechende Drehgeschwindigkeit ertheilen. Zur Einstellung des Logs in seine richtige Gleichgewichtslage und Eintauchtiefe ist auf der Röhre A zwischen dem Schwimmer B und der Hülse C eine Kugel F verschiebbar angeordnet. Die Verbindung des Logs mit dem Zählwerk wird durch ein Universalgelenk bewirkt.

Verstellbarer Klemmer. Von C. Schneider in Winnweiler. Vom 26. April 1892. No. 66451. Kl. 42.

Um die Stellung der Stege b nach Belieben regeln zu können, sind diese Stege b durch Gelenke c mit den Stäbchen k verbunden und letztere sammt den geraden Stücken der Klemmfeder f in den Hülsen h geführt. Die Hülsen tragen Schrauben zur Festklemmung der eingestellten Theile.

Verfahren zum Glätten der Aufnahmeschicht von Phonogrammwalzen. Von B. Steiner in Budapest. Vom 31. Mai 1892. No. 66528. Kl. 42.

Das Glätten der Aufnahmeschicht nach Benutzung wird dadurch bewirkt, dass man die Schicht während der Drehung der Walze mittels einer Flamme so weit erhitzt, dass die Eindrücke verschmelzen und verschwinden. Ist die Masse, welche aus Asphalt, Harz, Wachs und dergl. besteht, in Fluss gekommen, so wird mit dem Erhitzen aufgehört, die Drehung aber noch einige Zeit fortgesetzt, bis die Masse so weit wieder erstarrt ist, bis sie nicht mehr zusammenlaufen kann, vielmehr die zylindrische Oberfläche der Walze wieder vollkommen genau hergestellt ist.

Photographische Taschenkamera. Von F. Servus in Berlin. Vom 24. Oktober 1891. No. 66026. Kl. 57.

Zwei gegenüberliegende Seitenwände dieser Kamera bestehen aus steifen Kappen *c* und *d*, die nach innen zusammenklappen und von Federn *e* in die dargestellte Stellung gebracht und gehalten werden. Die beiden anderen Seitenwände bestehen aus zusammenlegbarem Stoff und halten sich in der Weise zusammen, dass zwei nebeneinander liegende Falten mit ineinander liegenden seitlichen Einkniffungen entstehen.

Die Kamera kann im zusammengeklappten Zustande mit einem Lederumschlag versehen werden, dessen Verschluss zugleich zur Aufnahme des Objektivs dient.

Umdrehungszähler. Von J. Käppeli in Oerlikon. Vom 10. Januar 1892. No. 65667. Kl. 42.

Bei jeder Umdrehung des Zahnrades *f*, welches seinen Antrieb von der Welle *c* (Fig. 1) aus erhält, wird die mit Hunderter-Theilung versehene Scheibe *l* (Fig. 2) dadurch geschaltet, dass der Mitnehmer *o* (Fig. 3) durch einen Ansatz *q* zeitweilig gegen die Verzahnung des Rades *m* gedrückt wird. Zur Einstellung der Scheibe *l* von Hand dient eine Vorrichtung, welche aus dem in eine Verzahnung der Scheibe *l* eingreifenden Trieb l_1 (Fig. 2) besteht.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fräsmaschine mit eigenartiger Supportbewegung. Von J. Reinecker in Gahlenz. Vom 7. Februar 1892. No. 66582. Kl. 49.

Bei dieser Fräsmaschine wird eine nicht federnde Vorschubbewegung des Arbeitstisches durch Einleiten der Kraft für den bezüglichen Selbstgang mittels schnell umlaufender Hilfswellen erzielt, deren Arbeitsvermögen erst an der Verbrauchsstelle, nach Uebersetzung in's Langsame, an die Schieber bezw. Supportspindeln abgegeben wird. An der Maschine ist auch ein Rädertriebwerk nebst einer durch einen Hebel ausrückbaren Kupplung zur Vermittlung eines schnellen mechanischen Rücklaufes des Arbeitstisches angebracht. Eine Vorrichtung zur Unterbrechung des Selbstganges der Maschine ist so angeordnet, dass die Unterbrechung durch eine Verschiebung einer Klauenkupplungsmuffe sowohl nach der einen als nach der anderen Seite hin herbeigeführt wird. Zur Ermöglichung eines Rücklaufes des Tisches bei ruhender Fräse ist eine zweite Antriebsvorrichtung für den Selbstgang der Maschine angeordnet, welche unabhängig von der die Fräse antreibenden Vorrichtung aus- und eingerückt bezw. mit dieser auf ein und derselben Vorgelegewelle angebracht werden kann.

Bohrknarrenbügel, nach jeder Richtung hin verstellbar. (Zusatz zum Patent No. 63449. Von J. Juergens in Höntrop. Vom 6. April 1892. No. 66563. Kl. 49.

Die Vorrichtung besteht in einem nach jeder Richtung hin verstellbaren Bohrknarrenbügel der unter No. 63449 patentirten Art an welchem die Klauen *h* auf den Schenkeln *a* und *b* verstellbar sind. An dem Querstück *c* ist eine Vorschubeinrichtung angebracht, die nach beiden Seiten bewegbar ist und in der Verzahnung desselben festgestellt werden kann. Schraube *p* ist in der Mutter *l* (Fig. 2) drehbar. Die Bohrknarre *w* wird selbthätig und variabel verschiebbar durch die Kombination des Mitnehmers *x*, der Stiftenscheibe *q*, der Axe *o*, der Zahnräder *r* und *u* und der Schraube *p*.

Fig. 1. Fig. 2.

Klemmer mit starrem Bügel und gelenkigen, durch Federn getragenen Klemmstücken. Von J. J. Wood in Liverpool. Vom 8. August 1891. No. 66689. Kl. 42.

Zur dauernden Verhütung einer Veränderung des Abstandes der Linsenaxlinien sind die Gläser durch einen Bügel verbunden, welcher durch Federn getragene, gelenkig angeordnete Klemmstücke trägt.

Für die Werkstatt.

Ein einfacher Tiefenmesser. Mitgetheilt von Dr. H. Schröder in London.

Fig. 1 und 2 stellen einen kleinen, ebenso einfachen als nützlichen Tiefenmesser im Aufriss und Fig. 3 denselben im Grundriss dar. Man stellt ihn aus einem Stück Bandmessing *a* (Ribbon) her, durchbohrt ihn in senkrechter Richtung für die Aufnahme des polirten Stahlzylinders *b*, der so gepasst sein muss, dass er ohne zu schlottern durch sein Eigengewicht sich auf die zu messende Unterlage *d* oder auf die Hervorragung *e* auflegt. Die Klemmschraube *c*, welche direkt gegen den Zylinder drückt, stellt man aus Messing oder Neusilber her, damit dieselbe keine Eindrücke auf den gehärteten Stahlzylinder *b* hinterlassen kann. Bei sauberer Ausführung darf diese Schraube durch mässiges Anziehen die Lage des Zylinders *b* nicht verändern. Es ist nun wichtig, dass der Stahlzylinder mit der Messingplatte *a* genau gleiche Länge hat, was leicht durch Ueberschleifen beider Theile in normaler Lage zu erreichen ist. Diese Einrichtung gewährt den Vortheil, dass man Hervorragungen und Vertiefungen, welche genau zusammenpassen sollen, direkt messen kann. Sehr zweckmässig ist dieser Tiefenmesser beim Fassen optischer Linsen, zumal wenn dieselben einander so nahe wie möglich stehen sollen ohne einander zu berühren.

Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 3.

Kreistheiler nach Wenham. Mitgetheilt von Dr. H. Schröder in London.

Nebenstehende Figur stellt einen Kreistheiler nach Wenham's Konstruktion schematisch dar. Man kann mit Hilfe desselben leicht die zuweilen vorkommende Aufgabe lösen, einen Kreis mit erheblicher Genauigkeit in eine gegebene Anzahl gleicher Theile zu theilen. Da die Theilung keine Strichtheilung ist, sondern aus einer Anzahl identischer Zylinder (z. B. Abschnitte von ein und demselben Drath bestehen, so kann man mit Hilfe des Sperrhakens *f* und der Feder *g* dieselbe direkt auf Fräse- oder Bohreinrichtungen übertragen, event. direkt zum Arbeiten benutzen. Man wird wohl in den meisten Fällen dieselbe direkt auf der Drehbank herstellen und benutzen, zumal wenn es sich vielleicht nur um einen einmaligen Gebrauch derselben handelt. In diesem Fall stellt *a* das Futter dar, dessen Mittelpunkt bei *b* angedeutet ist. Man lässt an beiden Seiten des Futters eine Hervorragung stehen (die in der Zeichnung fortgelassen ist, um die Zylinder nicht zu verdecken), damit die Zylinder *c* sich in ihrer Längsrichtung nicht verschieben können. Um die Zylinder in ihrer Lage zu erhalten, dient das dieselben umschliessende Band *d*, welches durch die Schraube *e* fest zusammengezogen werden kann. Die Breite dieses Bandes muss natürlich geringer sein als die Höhe der Zylinder *c* um noch Raum für den Eingriff des Sperrhakens *f* zu lassen. Bei der Herstellung dreht man das Futter nach vorheriger Kalibermessung

der Zylinder c und entsprechender Rechnung etwas grösser wie nöthig ist und bestimmt dann nach Messung des freien Raumes, welchen der letzte eingelegte Zylinder mit dem ersten bildet, die entsprechende Verringerung des Futterdurchmessers, so dass der letzte Zylinder ohne zu schlottern gerade hineinpasst, und das letzte Hineindrängen an seinen Platz durch Anziehen des Ringes d geschieht. Es dürfen natürlich die Zylinder nicht zu glatt sein und müssen ausserdem kräftig durch das Band e angezogen werden, damit nicht während des Theilens eine Verschiebung der Zylinder stattfindet, und so Anlass zu Theilungsfehlern gegeben wird.

Bei sorgfältiger Ausführung arbeitet diese höchst einfache und billige Einrichtung genauer, als man erwarten sollte.

Kreistheiler nach Reichel. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Zur Erzeugung einer genauen Originaltheilung, wie sie häufig in der Werkstatt gebraucht wird, z. B. beim Aufziehen von Fäden auf Fadenträger an Fernrohren und Mikroskopen, schlägt C. Reichel eine ebenso einfache als korrekte Einrichtung vor, mit welcher die vorstehend besprochene Konstruktion von Wenham einige Aehnlichkeit besitzt.

Zu Grunde gelegt werden ebenfalls Zylinder, welche je nach dem Verwendungszwecke grössere oder geringere Genauigkeit ihrer Form besitzen müssen; hier sind 7 Stück im Durchmesser gleiche Zylinder 1 bis 7 aus Messing oder Stahl benutzt, welche an einem Ende gut eben und rechtwinklig zu ihrer Axe bearbeitet und an demselben Ende mit einem etwa 1 *mm* langen Absatz versehen sind, der im Durchmesser nur um Weniges kleiner ist als der Zylinder selbst. Mit den so bearbeiteten Enden werden die Zylinder auf ein Drehbankfutter D gesetzt, welches ausser dem Gewinde zum Aufschrauben auf die Spindel eine ebene Fläche trägt, gross genug, um Raum zu haben für die Stirnflächen der Zylinder, die mit ihren aufrechtstehenden Mänteln eng aneinander gelegt werden; die Zylinder werden mit ihren bearbeiteten Stirnflächen mittels Wood'schen Metalles gegen die Ebene des Futters gelöthet, wobei die Ansätze den Zweck haben, ein Verunreinigen der Zylindermäntel und dadurch bedingtes mangelhaftes Aneinanderlegen zu verhüten. Beim Löthen braucht man sich um zentrische Lage nicht zu kümmern, da es auf diese gar nicht ankommt, wie sogleich ersichlich wird.

Zur Verwendung der einfachen Vorrichtung ist eine gewöhnliche Aufsatzlibelle und eine sogenannte rechtwinklige Libelle in wechselseitiger Benutzung nothwendig. Um z. B. eine Zwölftheilung zu erhalten, die eine Zwei-, Drei-, Vier- und Sechstheilung einschliesst, hat man in folgender Weise zu verfahren: Man stellt das auf die Drehbankspindel aufgesetzte Futter so, dass die die Zylinder 1 und 2 tangirende Ebene horizontal steht, was man an der aufgelegten Aufsatzlibelle erkennt. Darauf dreht man das Futter in dem üblichen Sinne weiter und stellt die Tangentialebene an Zylinder 1 und 6 nach der rechtwinkligen Libelle vertikal, dann wieder Ebene 2..3 horizontal, 1..2 vertikal, bis man unter Drehung in demselben Sinne zum Ausgangspunkt zurückgekehrt ist.

Eine Zweitheilung wird ungleich einfacher erlangt durch Einstellung zweier 180° gegenüberliegender Tangentialebenen z. B. 1..2 und 4..5. Die Dreitheilung erfolgt durch aufeinanderfolgende Horizontirung der Ebenen 1..2, 3..4 und 5..6. Die Viertheilung ergiebt sich durch aufeinanderfolgende Einstellung der Ebenen 1..2 nach der Aufsatz- und rechtwinkligen Libelle und gleicher Manipulation mit Ebene 4..5, oder aber 1..2 auf der entgegengesetzten Seite, wobei für die Horizontirung ein ebenes Stück zum Anlegen an die unten befindliche Ebene 1..2 und Aufsetzen der gewöhnlichen Libelle nothwendig wird. Die Sechstheilung erfolgt durch Horizontirung der Ebenen 1..2, 2..3, 3..4 u. s. w.

Da bei allen Manipulationen in Wirklichkeit nur Winkel eingestellt werden, so ist man von einem Exzentrizitätsfehler der Anordnung ganz unabhängig.

Bedingung ist hier, dass die Drehbankspindel so genau als möglich horizontal liegt, weil bei nicht horizontaler Lage eine andere Neigung der Libellenaxe zur Spindelaxe als 90° die Sicherheit der Horizontal- bezw. Vertikalstellung der Tangentialebene in Frage stellen würde. Der Vortheil der Methode besteht darin, dass die eingetragene Theilung unbedingt zentrisch wird, während fast jede Kopirung einer vorhandenen Theilung mit Exzentrizitätsfehlern behaftet ist.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch**.

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang. **Oktober 1893.** Zehntes Heft.

Ueber das Abbe-Fizeau'sche Dilatometer[1].

Von

Dr. **C. Pulfrich** in Jena.

(Mittheilung aus der optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena).

Das von Fizeau[2]) angegebene Verfahren zur Bestimmung der Ausdehnungskoeffizienten fester Körper hat durch Abbe in mehreren wichtigen Punkten eine nicht unerhebliche Abänderung erfahren. Diese Aenderungen zielen darauf ab, einerseits eine wesentliche Vereinfachung und Abkürzung des Beobachtungsverfahrens, andrerseits auch eine Verfeinerung der Messungen herbeizuführen. Das erste im Jahre 1884 konstruirte Versuchsinstrument ist bereits an andrer Stelle[3]) beschrieben worden. Dort ist auch über die ersten von Abbe und Weidmann vorgenommenen Messungen berichtet.

In den beiden letzten Jahren ist jenes Versuchsinstrument von mir zu zahlreichen Bestimmungen der Ausdehnungskoeffizienten der Gläser aus dem Glastechnischen Laboratorium in Jena benutzt worden. Die bei diesen Untersuchungen gemachten Erfahrungen haben mir reichlich Gelegenheit gegeben, die getroffenen Einrichtungen sorgfältig zu prüfen und da, wo sich noch kleine Missstände (meist technischer Natur) bemerkbar machten, dieselben zu beseitigen. Der neue, gegenwärtig in dem Laboratorium der Werkstätte aufgestellte und in mehreren Exemplaren bereits an verschiedene wissenschaftliche Institute abgegebene Apparat dürfte nunmehr in der That den weitgehendsten Ansprüchen in Bezug auf die Bequemlichkeit des Beobachtungsverfahrens und die Sicherheit der Messungen genügen.

Da eine nähere Besprechung des Gegenstandes auch für die Leser dieser Zeitschrift nicht ohne Interesse sein wird, so will ich nachstehend versuchen, eine Beschreibung der Methode und des Apparates, sowie eine nähere Darlegung des von mir wiederholt erprobten Beobachtungsverfahrens zu geben. Die Ergebnisse meiner Messungen an den oben genannten Gläsern sind zum grossen Theil schon an andrer Stelle[4]) publizirt worden, so dass ich hiervon ganz absehen kann. Auf einige weitere Nutzanwendungen des Abbe'schen Dilatometers, welche sich mir im Laufe der Untersuchungen darboten, werde ich mir erlauben, in einer späteren Veröffentlichung zurückzukommen.

---

[1]) Erweiterung der in dem Katalog über optische Messinstrumente von Carl Zeiss, Jena 1893, gegebenen Beschreibung des Apparates.

[2]) Fizeau, *Ann. de chim. et de phys.* 2. *S. 143. 1864;* 8. *S. 335. 1866.*

[3]) Weidmann, *Wiedem. Ann.* 38. *S. 453. 1889.*

[4]) O. Schott, Ueber die Ausdehnung von Gläsern und über Verbundglas, Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses, Berlin 1892 und C. Pulfrich, Einfluss der Temperatur auf die Lichtbrechung des Glases, *Wied. Ann.* 45. *S. 659. 1892.*

der Zylinder c und

Pulfrich, Dilatometer.

1. Das Prinzip der Fizeau'schen Methode.

Das von Fizeau angegebene Verfahren beruht im Wesentlichen auf der Anwendung eines Interferenzapparates (Fig. 1), welcher sich zusammensetzt aus einem metallenen Dreifuss (Tischchen T mit drei verstellbaren Schrauben, sog. Fizeau'sches Tischchen), dem zu untersuchenden Objekt O und einer Deckglasplatte P, welche lose auf den Spitzen der drei Schrauben aufruht und von diesen in geringem Abstand von der oberen planpolirten Fläche des Objektes festgehalten wird. Dieser Interferenzapparat wird von oben her durch das homogene Licht einer mit Kochsalz gefärbten Bunsen- oder Spiritusflamme beleuchtet. Die Luftschicht zeigt dann die bekannte Erscheinung der Newton-Fizeau'schen Interferenzstreifen. Bei normalem Lichteinfall geben diese abwechselnd hellen und dunklen Streifen in ihrem Verlauf und ihrer Aufeinanderfolge, ähnlich wie die Niveaukurven einer Landkarte, ein anschauliches Bild von den an verschiedenen Stellen der Luftschicht vorhandenen Dickenunterschieden. Die Interferenzstreifen können daher als Kurven gleicher Dicke bezeichnet werden. Der Dickenunterschied der Luftschicht an zwei Stellen, die um die Breite eines Interferenzstreifens von einander abstehen, ist aber nur sehr klein, er beträgt $\frac{1}{2}\lambda$ des benutzten Lichtes, also rund 0,0003 *mm*. Im Uebrigen hängen Gestalt und Anzahl der Streifen von der besonderen Form der Begrenzungsflächen und der Neigung derselben zu einander ab.

Fig. 1.

Bei konstant gehaltener Temperatur verharrt das Streifensystem in unveränderlicher Lage. Sobald aber ein Wechsel der Temperatur eintritt, in Folge dessen sowohl die Länge der Schrauben als auch diejenige des Objektes sich verändern, setzt sich das Streifensystem in Bewegung, in der einen oder anderen Richtung, je nachdem die Dicke der Luftschicht zu oder abnimmt, und kommt erst wieder zur Ruhe, wenn die Temperatur konstant geworden ist. Die Zahl der an einer bestimmten Stelle der Schicht (Marke auf der unteren Seite der Deckglasplatte) vorüber gewanderten Interferenzstreifen, multiplizirt mit der halben Wellenlänge, liefert dann sofort die an der betreffenden Stelle erfolgte Dickenänderung der Luftschicht für die bewirkte Temperaturänderung, mit einer Genauigkeit von rund drei Hunderttausendstel eines Millimeters, entsprechend einer Schätzungsgenauigkeit in der Lagenbestimmung des Streifensystems im Betrage von $\frac{1}{10}$ Streifenbreite.

Um mit Hilfe der gefundenen Dickenänderung die Ausdehnung des Objektes berechnen zu können, ist erforderlich, dass die Ausdehnung der drei Schrauben bekannt sei. Dieselbe lässt sich entweder indirekt mit Hilfe eines Objektes von bekannter Ausdehnung oder auf direktem Wege ohne ein solches Objekt ermitteln. Der letztere Weg ist der, dass man das Tischchen, welches auf seiner unteren Seite mit einer planpolirten Fläche versehen ist, umkehrt, die Deckglasplatte wieder auf die Spitzen der drei Schrauben auflegt und nun in derselben Weise wie vorher den Apparat mit monochromatischem Lichte beleuchtet. Durch Reflexion des Lichtes an der Planfläche des Tischchens und an der unteren Fläche der Deckglasplatte entstehen dann wieder Interferenzstreifen, deren Lagenänderung

gegen die Marke ermittelt wird. Die gefundene Streifenverschiebung muss aber hier noch mit einer Korrektion versehen werden, welche durch die gleichzeitig stattfindende Aenderung im Brechungsvermögen der Luft (Aenderung der Wellenlänge) bedingt ist, und welche einen um so grösseren Betrag erreicht, je dicker die Luftschicht ist. Nach Berücksichtigung dieses weiter unten näher zu besprechenden Korrektionsgliedes, welches auch bei dünnen Luftschichten nicht ganz zu vernachlässigen ist, erhält man aus der beobachteten Streifenverschiebung sofort die gesuchte Ausdehnung der drei Schrauben.

Die Ausdehnung der drei Schrauben als bekannt vorausgesetzt, gestaltet sich die Berechnung des Ausdehnungskoeffizienten des Objektes somit in folgender Weise. Sei:

α der gesuchte Ausdehnungskoeffizient des Objektes (Aenderung der Längeneinheit pro 1° C. Temperaturerhöhung),

β der als bekannt vorausgesetzte Ausdehnungskoeffizient der drei Schrauben,

L und E die mit Hilfe eines Dickenmessers gemessenen Längen des Objektes und der drei Schrauben (in *mm*),

d die Dicke der Luftschicht vor der Erwärmung ($E = L + d$),

Δd die der Temperaturänderung $t_2 - t_1$ ($t_2 > t_1$) zukommende Dickenänderung der Luftschicht, positiv oder negativ gerechnet, je nachdem die Dicke der Luftschicht zunimmt oder abnimmt,

f die Zahl der verschobenen Streifen, ebenfalls $\pm$ gerechnet, wenn Δd $\pm$ gerechnet wird, endlich

λ die Wellenlänge des benutzten monochromatischen Lichtes (in *mm*),

so wird vorbehaltlich der oben genannten Korrektion für f:

$$\Delta d = f\frac{\lambda}{2} = E\beta(t_2 - t_1) - L\alpha(t_2 - t_1),$$

woraus für den gesuchten Werth α, bezogen ebenso wie β auf die Mitteltemperatur $\frac{1}{2}(t_1 + t_2)$ folgt:

$$\alpha = \frac{E}{L}\beta - \frac{f\frac{\lambda}{2}}{L(t_2 - t_1)}.$$

Mit Vorstehendem ist der Inhalt der Fizeau'schen Methode der Hauptsache nach dargelegt. Bei der ausserordentlichen Empfindlichkeit der Methode, welche es möglich macht, dass Längenänderungen mit Sicherheit gemessen werden können, die sich für gewöhnlich jeder Beobachtung entziehen, ist man im Stande, Körper von sehr geringen Dimensionen, von nur wenigen Millimetern Dicke, der Untersuchung zu unterwerfen. In diesem Umstand liegt die grosse Bedeutung der Methode sowohl für wissenschaftliche als auch für viele technische Fragen[1]. Denn die bei grösseren Dimensionen unvermeidliche Ungleichartigkeit des Materials und der Temperatur an verschiedenen Stellen des Körpers ist hier so gut wie vollständig vermieden.

Der Umstand, dass es viele Körper giebt, welche sich nicht oder nur schwer mit einer spiegelnden Planfläche versehen lassen, verhindert nicht, dass auch solche Körper untersucht werden können. Man kann sich nämlich alsdann

[1] Auch zu anderen Zwecken als den hier in Frage stehenden hat die Methode nützliche Verwendung gefunden: Cornu, *Compt. Rend.* **69**. *333. 1869.* (Studium der Deformationen der Oberflächen fester elastischer Körper). Warburg und Koch, *Wiedem. Ann.* **5**. *521. 1878.*, **18**. *325. 1883.* (Biegungsversuche und Apparat); vgl. ferner Beckenkamp, *Ztschr. f. Krystallogr.* **10**. *41. 1885.*, **12**. *419. 1887. u. A.*

in der Weise helfen, dass man auf den Körper eine Hilfsplatte aus Quarz oder Glas von geeigneter Dicke und bekannter Ausdehnung auflegt und nun die Interferenzstreifen beobachtet, welche die zwischen dieser Platte und der Deckglasplatte gelegene dünne Luftschicht zu erkennen giebt. Die Ausdehnung der Hilfsplatte muss natürlich in Rechnung gezogen werden. Wie dies zu geschehen hat, ist nach Vorstehendem ohne Weiteres ersichtlich. Auch röhrenförmige Körper (Glas- oder Metallröhren) lassen sich auf dieselbe Weise mit der Hilfsplatte untersuchen, vorausgesetzt natürlich, dass der Rohrdurchmesser eine gewisse, durch die Dimensionen des Tischchens bestimmte Grösse nicht überschreitet. Ein anderer Weg ohne diese Einschränkung ist der, dass man jedes der beiden Rohrenden bis auf drei vorspringende Knöpfchen ausarbeitet und das so erhaltene Präparat zwischen zwei Glasplatten legt, von denen die untere als Bodenplatte, die obere als Deckplatte dient. Die Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten der Röhre geschieht dann in derselben Weise wie die Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten der drei Schrauben des Fizeau'schen Tischchens (vgl. oben). Auch kann ein solcher Ring aus Glas oder Metall (Platin), nachdem einmal der Ausdehnungskoeffizient desselben bestimmt ist, in derselben Weise wie das Fizeau'sche Tischchen zu Ausdehnungsbestimmungen an plattenförmigen Körpern benutzt werden. Die Höhe des Objektes muss dann nur derjenigen des Ringes jedesmal genau angepasst werden. Das ist eine Unbequemlichkeit, der man bei Anwendung des Fizeau'schen Tischchens nicht ausgesetzt ist, aber die Möglichkeit ist doch gegeben, mit einem solchen Ringe auszukommen.

Mit Hilfe der vorbeschriebenen Methode hat Fizeau selbst eine grosse Zahl von festen Körpern untersucht. Die Ergebnisse seiner Messungen sind in einer Reihe von Abhandlungen (*Pogg. Ann. 1866 bis 1869*) niedergelegt. Später hat die Methode durch die Arbeiten des Herrn Benoit in dem internationalen Bureau für Maasse und Gewichte in Breteuil Eingang gefunden. Benoit hat im Wesentlichen unter Beibehaltung der Fizeau'schen Anordnung mit dem in technischer Hinsicht vielfach verbesserten Fizeau'schen Apparat ausgedehnte Untersuchungen angestellt, deren Ergebnisse in zwei sehr umfangreichen Abhandlungen[1]) mitgetheilt sind. Ueber den ersteren dieser beiden Aufsätze ist bereits in einem früheren Jahrgange dieser Zeitschrift[2]) referirt worden. Auch findet sich dort (*l. c. S. 3*) eine Abbildung der Benoit-Fizeau'schen Anordnungsweise. Die zweite Arbeit enthält vorzugsweise die Resultate zahlreicher, mit grösster Sorgfalt ausgeführter Messungen, denen ein bleibender Werth zuerkannt werden muss. Die Trockenheizkammer, welche den Interferenzapparat einschliesst, hat zum Zwecke einer genaueren Temperaturregulirung und Temperaturbestimmung eine nicht unerhebliche Verbesserung erfahren. Auch ermöglicht dieselbe jetzt die Beobachtung der Interferenzstreifen im luftleeren und lufterfüllten Raume. In Bezug auf diejenigen Punkte jedoch, die die charakteristischen Unterscheidungsmerkmale des Abbe'schen Dilatometers gegenüber dem Fizeau'schen Apparat bilden, ist das von Benoit gewählte Arrangement im Wesentlichen noch genau das gleiche wie bei Fizeau.

[1]) *„Études sur l'appareil de Fizeau pour la mesure des dilatations". Travaux et mémoires etc. I. 1881* und *„Nouvelles études etc." ibid. VI. 1888.*

[2]) Thiesen, Die Arbeiten des internationalen Instituts für Maasse und Gewichte, *diese Zeitschrift 1883. S. 1.*

II. Die Unterscheidungsmerkmale des Abbe'schen Dilatometers.

Die von Abbe an dem Fizeau-Benoit'schen Apparat angebrachten Verbesserungen beziehen sich

1) auf die gleichzeitige Benutzung monochromatischen Lichtes von zwei oder mehr verschiedenen Wellenlängen bei der Beobachtung der jeweiligen Lage der diesen Wellenlängen zugehörigen Streifensysteme, und

2) auf die Ermittlung der einer bestimmten Temperaturdifferenz zugehörigen Streifenverschiebung durch mikrometrische Messung.

Die Vortheile, die dadurch für die Methode herbeigeführt sind, bestehen, wie bereits in der Einleitung hervorgehoben wurde, in einer wesentlichen Vereinfachung und Abkürzung des Beobachtungsverfahrens und einer unter sonst gleichen Umständen ganz beträchtlichen Steigerung der Genauigkeit.

Zuerst ist die Einrichtung getroffen, dass nicht, wie es bei Fizeau und Benoit der Fall ist, die Beleuchtung mit monochromatischen Flammen (Natriumlicht) bewirkt wird, sondern dass spektral zerlegtes Licht auf den Interferenzapparat fällt. Diese Anordnung bietet den Vortheil, Lichtquellen (Geissler'sche Röhren u. s. w.) von grösserer Intensität als die monochromatische Natriumflamme anwenden zu können, die aber an sich nicht monochromatisch sind. Vor allem jedoch werden Lichtarten verschiedener Wellenlängen zum gleichzeitigen Gebrauch verfügbar gemacht und hierdurch wird ermöglicht, die ganzen Multipla der verschobenen Streifen aus den Einzelbeobachtungen bei zwei verschiedenen Farben und dem Verhältniss der Wellenlängen der benutzten Lichtarten durch Rechnung abzuleiten. Es können daher Veränderungen, welche in langen Zeiträumen eintreten, vollständig bestimmt werden allein durch Beobachtung der Lage der Streifensysteme im Anfangs- und Endmoment, ohne dass eine kontinuirliche Verfolgung der Veränderungen behufs Ermittlung der Zahl der verschobenen Streifen nothwendig ist.[1])

Ferner wird an Stelle des bei Fizeau und Benoit benutzten Schätzens der Lage der Streifen gegen eine Anzahl von festen Punkten, diese Lagenbestimmung bei Abbe durch ein (methodisch und praktisch zweckmässigeres) mikrometrisches Messverfahren bewirkt. Fizeau hat, um eine hinreichende Genauigkeit zu erzielen, die Lage der Streifen nicht gegen eine, sondern gegen 10, Benoit sogar gegen 25 bis 30 regelmässig angeordnete feste Marken ermittelt. Das Abbe'sche Dilatometer besitzt nur eine einzige Marke. Die mikrometrische Messung stellt aber, was bei Fizeau und Benoit nicht der Fall ist, bestimmte Anforderungen an die Beschaffenheit der Interferenzstreifen. Sie verlangt möglichst geradlinige und äquidistante Streifen, eine Anforderung, welcher leicht entsprochen werden kann dadurch, dass man das Objekt und die Deckglasplatte auf den einander zugekehrten Seiten annähernd plan polirt.

[1]) Der naturgemässe Weg, der sich bei Beschränkung auf eine einzige Farbe darbietet, ist der, dass man von sehr kleinen Verschiebungen, wo die Grösse der Verschiebung bequem gemessen werden kann oder wo über die Zahl der verschobenen Streifen kein Zweifel besteht, zu immer grösseren Verschiebungen übergeht. Ein solches Verfahren versagt aber vollständig, wenn Nachwirkungserscheinungen, sei es der Schrauben oder des Objektes mit in Frage kommen, oder wenn das Studium der Nachwirkungserscheinungen der eigentliche Zweck der Untersuchung ist. In solchem Falle kommt man ohne Anwendung mehrerer Farben überhaupt zu keinem Resultat.

Wir werden weiter unten noch mehrfach Veranlassung haben, auf diese beiden Punkte ausführlicher zurückzukommen. Ein Umstand, auf den ich hier noch hinweisen möchte, ist der, dass die genannten charakteristischen Merkmale des Abbe'schen Dilatometers in keiner Weise durch die Wahl der Heizvorrichtung beeinflusst werden. Der bei dem Dilatometer in der hier vorliegenden Gestalt in Anwendung gebrachte Heizapparat (vergl. weiter unten) ist ein Thermoregulator d'Arsonval'scher Konstruktion mit Flüssigkeitsbad (Wasser), in welches das das Fizeau'sche Tischchen einschliessende Gehäuse von oben eintaucht. Für die meisten wissenschaftlichen und technischen Zwecke wird diese in ihrer Handhabung äusserst bequeme und ein relativ schnelles Arbeiten gestattende Einrichtung vollständig genügen. In vereinzelten Fällen, wo es auf die äusserste Genauigkeit der Temperaturbestimmung ankommt, wird es sich dagegen empfehlen, die mit vielen sinnreichen und nützlichen Einrichtungen versehene, in ihrer Handhabung freilich etwas umständliche Benoit'sche Trockenheizkammer anzuwenden. Die Anpassung des Dilatometers an eine solche Heizvorrichtung bedingt nur in technischer Hinsicht eine geringe Umänderung des Dilatometers. Ein solches, einem vorhandenen Heizapparat Benoit'scher Konstruktion angepasstes Dilatometer hat bereits im vorigen Jahre in den Räumen der ersten Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Aufstellung gefunden.

III. Spezielle Einrichtung und Handhabung des Apparates.

1) Der Interferenzapparat (Fig. 1 S. 2, nat. Grösse).

Das Material, aus welchem der Dreifuss (Schrauben und Platte T) hergestellt ist, ist gut gekühlter, spannungsfreier Stahl. Die Ausdehnung dieses Materials lässt sich hinreichend genau definiren und liefert für die meisten der in Frage kommenden Versuchsobjekte einen praktisch vollkommen ausreichenden Maassstab der Vergleichung. Damit grössere Ungleichartigkeiten in dem Verhalten der drei Schrauben untereinander vermieden werden, ist darauf Bedacht genommen, dass die zu einem Tischchen gehörigen Schrauben jedesmal hintereinander von einer Stahlstange abgeschnitten werden. Bei der enormen Empfindlichkeit der Methode können aber selbst die geringen Unterschiede, die eine solche Stahlstange in ihren verschiedenen dicht hintereinander gelegenen Theilen besitzt, noch deutlich beobachtet werden und es kommt daher darauf an, auch diese geringeren Differenzen in dem Verhalten der drei Schrauben untereinander für die Messung unschädlich zu machen. Der in Folge des genannten Umstandes auf den Verlauf der Erscheinung ausgeübte Einfluss besteht in einer durch die Drehung der brechenden Kante des Luftkeiles entstandenen Drehung der Interferenzstreifen und einer durch die Aenderung des Keilwinkels bewirkten Aenderung der Streifenbreite. Nur die Drehung der Streifen bietet eine für die mikrometrische Messung unwillkommene Störung. Dieselbe kann man vermeiden, wenn man, wie ich bei meinen Beobachtungen gethan habe, diejenige Stellung des Tischchens zur brechenden Kante des Luftkeiles aufsucht, in welcher der gesammte Einfluss, den die Ungleichartigkeit der drei Schrauben ausübt, in einer Aenderung der Streifenbreite besteht, während die Richtung der Streifen unverändert bleibt, und dann in allen späteren Fällen die einmal gefundene Stellung des Tischchens beibehält. Auf die eigentliche Messung hat die Aenderung der Streifenbreite (Aenderung des Keilwinkels) nicht den geringsten Einfluss. Denn die Bestimmung der Dickenänderung der Luftschicht geschieht immer nur für die Mitte des Tischchens

und als Längenänderung der Schrauben kommt nur derjenige Werth zur Geltung, der sich aus dem Zusammenwirken der drei Schrauben für die Mitte des Tischchens ergiebt. Man sieht, dass die Anforderungen, die man an das Fizeau'sche Tischchen bei Anwendung einer einzigen Marke zu stellen hat, durchaus nicht so delikater Natur sind wie bei Anwendung des Fizeau-Benoit'schen Beobachtungsverfahrens, wo die vollkommen gleichartige Ausdehnung der drei Schrauben, wegen der zahlreichen, an verschiedenen Stellen der Deckplatte vorzunehmenden Ablesungen, die sämmtlich zu einem Mittelwerth vereinigt werden, die nothwendige Voraussetzung[1]) für die Anwendbarkeit der Methode ist. In der That ist auch das von Benoit benutzte Tischchen mit der grössten Sorgfalt hergestellt. Dasselbe ist aus Platin-Iridium von den Herren Johnson Matthey & Cie. in London hergerichtet, wobei beides, Schrauben und Platte, aus einem einzigen gegossenen Stück herausgeschnitten wurden.

In Fig. 1 zeigen die zur Regulirung der Dicke der Luftschicht dienenden Kreuzlochschrauben ein viel zu grobes Gewinde. Die Höhe eines Schraubenganges ist in Wirklichkeit nur 0,2 *mm*. Um jedes Schlottern der Schrauben zu vermeiden, sind in der Stahlplatte kleine versenkte Schrauben angebracht, mit deren Hilfe die drei Stellschrauben mit den axial durchschnittenen Schraubenmuttern fest und spannungsfrei verbunden werden können.

Die Deckglasplatte ist unter einem Winkel von 20′ keilförmig geschliffen und mit zwei gut planen Flächen versehen. Die Lage der brechenden Kante ist durch einen parallel zu ihr gezogenen, eingeäzten Strich am Rande kenntlich gemacht. In Folge der geneigten Lage der beiden Flächen zu einander fallen die von der oberen Fläche reflektirten Strahlen, die mit der Interferenzerscheinung nichts zu thun haben, ganz ausserhalb des Gesichtsfeldes, wenn der Beobachtungsapparat auf die von der unteren Fläche der Deckglasplatte reflektirten Strahlen eingestellt ist. Es ist dies die einfachste und vollkommenste Art, den für die Beobachtung nachtheiligen Reflex zu beseitigen. Fizeau's Beobachtungen stehen, da eine Planparallelplatte als Deckplatte benutzt wurde, noch ganz unter dem Einfluss dieser Störung, und auch bei Benoit, welcher eine Glasplatte mit einer schwach gekrümmten Kugelfläche anstatt der oberen Planfläche benutzt, ist der Reflex nur zum Theil beseitigt.

Auf der unteren Fläche der Deckglasplatte ist die Marke angebracht, an welcher das Vorüberwandern der Streifen beobachtet wird. Diese Marke, ein kleines, rundes Silberscheibchen, ist in der Weise hergestellt, dass die ganze untere Fläche der Deckglasplatte versilbert und dann ringsum die Silberschicht bis auf einen Kreis von $^3/_4$ bis 1 *mm* Durchmesser abgedreht wurde. Im Gesichtsfeld des Beobachtungsapparates erscheint, gleichzeitig mit den Interferenzstreifen, dieses Scheibchen hellleuchtend und mit vollkommen scharfem und kreisrundem Rande.

Das zu untersuchende Objekt erhält die Gestalt einer angenähert planparallelen Platte von etwa 10 *mm* Dicke, deren obere der Deckglasplatte zugewandte Fläche plan polirt sein muss. Auch die Hilfsplatte, die bei röhrenförmigen und solchen Körpern, welche mit einer Planfläche nicht versehen werden können (vgl. S. 368), Verwendung findet, ist auf ihrer oberen Seite ebenfalls gut plan anzupolieren. Bei durchsichtigen Körpern (Gläsern u. s. w.) empfiehlt es

[1]) Benoit l. c. 1888. S. 68.

Fig. 2.
Abbe-Fizeau'sches Dilatometer ($^1/_7$ nat. Grösse).

sich ferner, behufs Vermeidung des an der unteren Fläche des Objekts (bezw. der Hilfsplatte) stattfindenden Reflexes, diese Seite mit einer mattgeschliffenen Höhlung (Kugelfläche) zu versehen, so dass nur ein Rand für die Auflage des Objektes übrig bleibt. Wenn man dann die Höhlung mit einem gut deckenden Lack ausfüllt, so ist auch dieser Reflex für die Beobachtung unschädlich gemacht. In der That erschienen bei meinen Versuchen die Interferenzstreifen stets in vollkommener Schwärze.

Die Auflage des Objektes geschieht auf drei vorspringenden Knöpfchen der Stahlplatte *T*. Die Platte trägt im Ganzen sechs solcher Knöpfchen, von denen die drei inneren für kleinere Objekte, die drei äusseren für grössere Objekte bestimmt sind. Diese Knöpfchen sind in der Weise erhalten, dass man die obere Fläche der Platte bis auf zwei ringförmige Wälle abdrehte und dann jeden derselben bis auf die drei Spitzen ausfeilte. Bei Benoit wurden diese Auflageknöpfchen mittels eines Grabstichels aus der Platte herausgehoben.

Noch ist zu erwähnen, dass die untere Fläche der Stahlplatte *T* nach Probeglas plan geschliffen und polirt ist. Bezüglich der näheren Beschaffenheit dieser Fläche vergleiche unter IV. 6.

Die Bestimmung der Dicke der Objektplatte (L) endlich, derjenigen der Luftschicht (d) und der Schraubenlänge (E) lässt sich mit jedem hinreichend genauen Dickenmesser vornehmen. Bei meinen eigenen Untersuchungen habe ich mit grossem Nutzen den an anderer Stelle dieser Zeitschrift[1]) von mir ausführlich beschriebenen Dickenmesser von Abbe (Messung auf 0,001 *mm* genau) benutzt.

Bezüglich aller weiteren die Behandlung des Interferenzapparates betreffenden Fragen insbesondere über die Justirung desselben vergleiche unter 3. S. 378.

2) Strahlengang und Einrichtung des Beobachtungsapparates (Fig. 2 und Fig. 3).

Die Beobachtung geschieht mit Hilfe des in horizontaler Lage angeordneten und von einer kräftigen Säule getragenen Beobachtungsrohres F_1. Dasselbe ist für Autokollimation eingerichtet, dient also ausser zur Beobachtung auch zur Beleuchtung des Interferenzapparates. Zu dem Ende ist in der vorderen Brennebene des Fernrohrobjektivs O, welches eine Brennweite von 270 *mm* und eine freie Oeffnung von 23 *mm* hat, ein kleines totalreflektirendes Prisma p angebracht. Zur Beleuchtung dient eine Geissler'sche Röhre mit longitudinaler Durchsicht, welche ebenso wie die Beleuchtungslinse L mit dem Fernrohr F_1 in fester Verbindung steht und von diesem getragen wird. Mit Hilfe von Feinbewegungsschrauben lässt sich die Kapillare der Geissler'schen Röhre genau in die optische Axe der Beleuchtungslinse L bringen. Letztere hat den Zweck, die von dem Querschnitt der Geissler'schen Röhre ausgehenden Strahlen zu sammeln und dieselben konvergirend nach dem Reflexionsprisma zu senden (siehe Fig. 3). Bei richtiger Einstellung der in einen ausziehbaren Tubus eingesetzten Beleuchtungslinse wird so auf dem Prisma p ein etwa viermal vergrössertes reelles Bild des ungefähr 1 *mm* im Durchmesser fassenden Querschnitts der hell leuchtenden Kapillare entworfen. Der Konvergenzwinkel der auf das Prisma auffallenden Strahlen entspricht der Oeffnung des Objektivs O, so dass dieses von Strahlen

[1]) Pulfrich, Ueber einige von Prof. Abbe konstruirte Messapparate für Physiker, *diese Zeitschrift 1892. S. 307.*

vollständig ausgefüllt wird. Man überzeugt sich von der richtigen Beleuchtung des Prismas p am besten durch ein vorgehaltenes Stückchen Papier, mit dem man das kreisförmige Bild auffängt, und von der richtigen Beleuchtung des Objektivs O am besten in der Weise, dass man aus einiger Entfernung von der anderen Seite des Objektivs durch dasselbe nach dem Prisma p hinschaut.

Die dem Objektiv zugewandte Prismenfläche von p, durch eine geeignete Unterlage auf ein Rechteck beschränkt, dessen Höhe gleich der Höhe des Prismas und dessen Breite gleich der halben Höhe ist, ist somit für den Apparat als die eigentliche Lichtquelle anzusehen.

Die als ein System in sich parallel gerichteter Strahlenbündel aus dem Objektiv austretenden Strahlen passiren in ihrem weiteren Verlauf zunächst zwei

Fig. 3.

Flintglasprismen P_1 und P_2 mit horizontal liegenden brechenden Kanten. Die Prismenwinkel sind so berechnet, dass die durch beide Prismen bewirkte Ablenkung des Strahlenbündels für Strahlen mittlerer Brechbarkeit gerade 90° beträgt. Für rothe Strahlen ist die Ablenkung geringer, für blaue grösser. Man kann daher, indem man mittels der Schraube S dem Fernrohr F_1 eine verschiedene Lage zur Horizontalen giebt, die verschiedenen homogen gefärbten Strahlenbündel nach und nach dahin bringen, dass sie das Prisma P_2 in vertikaler Richtung verlassen.

Da die Drehungsaxe des Fernrohrs mit der Schnittlinie der beiden einander

zugewandten Prismenflächen zusammenfällt, so befindet sich das für eine bestimmte Farbe auf das Minimum der Ablenkung (durch Drehen eines der beiden Prismen in seiner Fassung) eingestellte Prismenpaar auch bei jeder anderen Stellung des Fernrohrs für das jeweils benutzte homogene Strahlenbündel im Minimum der Ablenkung[1]). Man erkennt die richtige Stellung der beiden Prismen zu einander sofort an dem Aussehen des auf der Deckglasplatte des Interferenzapparates befindlichen Silberscheibchens. So lange das Minimum der Ablenkung nicht erreicht ist, erscheint das Scheibchen oval und mit unscharfem Rande.

Nach ihrem Austritt aus dem Prisma P_2 werden die in vertikaler Richtung abwärts verlaufenden Strahlen von der an dem Stativ befestigten Porzellanröhre R aufgenommen, an deren unterem Ende das zur Aufnahme des Fizeau'schen Tischchens bestimmte Messinggehäuse G angebracht ist. Die Länge der Röhre ist so bemessen, dass die Deckplatte des Tischchens ungefähr mit dem hinteren Brennpunkt des Fernrohrobjektivs zusammenfällt. Die Verbindung des Gehäuses mit der Porzellanröhre ist durch einen bei hoher Temperatur getrockneten Leinöl-Mennige-Kitt bewirkt.

In den oberen Theil des Gehäuses G ist ein Metallschieber s eingesetzt, der von aussen mit Hilfe des Hebels H geöffnet und geschlossen werden kann. Dieser etwa 6 *mm* dicke Schieber hat den Zweck, den Wärmeverlust durch dauernde Wärmeausstrahlung nach oben zu beseitigen. Der Schieber soll daher nur für die Dauer der Beobachtung geöffnet werden. Die Verbindung des Schiebers mit dem Hebel ist durch ein dünnes in die Porzellanröhre eingeschobenes Metallrohr bewirkt.

Ausser der angegebenen Schutzvorrichtung war noch nothwendig, den Einfall der kalten Luft aus R in das Gehäuse zu verhindern. Es geschieht dies durch die unmittelbar unter dem Schieber s in das Gehäuse eingesetzte Verschlussglasplatte V. Die Reflexe an den beiden gut planpolirten Flächen sind durch eine geringe Schrägstellung der Platte beseitigt. Eine kleine in der Metallfassung befindliche Oeffnung bewirkt die Kommunikation der Luft im Innern des Gehäuses mit derjenigen in der Porzellanröhre.

Nach meinen Erfahrungen haben sich die vorgenannten Schutzvorrichtungen, zu denen ferner noch die etwa 8—9 *mm* dicke Deckglasplatte des Interferenzapparates selbst zu rechnen ist, als vollkommen ausreichend erwiesen, um alle störenden Einflüsse von oben her zu beseitigen. Nach allen anderen Richtungen bietet der Heizkessel genügenden Schutz.

Die vorerwähnte Verschlussglasplatte V erfüllt noch einen anderen Zweck, nämlich den, die durch die keilförmige Deckglasplatte des Interferenzapparates bewirkte Ablenkung zu kompensiren. Zu dem Ende ist die Verschlussglasplatte unter demselben Winkel wie die Deckglasplatte keilförmig geschliffen und so eingesetzt, dass die brechende Kante sich auf der rechten Seite

[1]) Damit ist natürlich nicht gesagt, dass jedes einzelne der Prismen sich im Minimum der Ablenkung befindet. Die getroffene Anordnung lässt nur eine Drehung der beiden Prismen um die Schnittlinie der beiden inneren Prismenflächen zu, während Einfallswinkel an dem ersten Prisma und Austrittswinkel an dem zweiten Prisma unter sich gleich und für alle Farben konstant bleiben. Der Fall, dass gleichzeitig mit dem Minimum für das Prismenpaar auch jedes der beiden Prismen im Minimum der Ablenkung sich befindet, kann daher nur für eine einzige Farbe herbeigeführt werden.

des Beobachters befindet (vom Beobachtungsplatz aus gerechnet). Wenn man also bei der Justirung des Interferenzapparates (vergl. unter 3.) dafür Sorge trägt, dass die brechende Kante der Deckglasplatte stets auf die linke Seite des Beobachters zu liegen kommt (von der gleichen Stelle aus gerechnet), so heben sich die durch die beiden Glasplatten bewirkten Ablenkungen alsdann vollständig auf, und die in der Richtung der Axe des Porzellanrohres einfallenden Strahlen treffen die untere senkrecht zur Rohraxe gelegene Fläche der Deckglasplatte unter einem Einfallswinkel von genau 90°. Damit die untere Fläche der Deckglasplatte stets die angegebene Lage erhält, sind die Längen der drei Schrauben des Tischchens unter sich auf 0,01 *mm* abgestimmt.

Die von dem Interferenzapparat normal reflektirten Strahlen kehren nunmehr auf dem zurückgelegten Wege in das Fernrohr zurück. Sie vereinigen sich demnach in der Fokalebene des Fernrohrobjektivs O wieder, und liefern dort für jede spiegelnde plane Fläche ein reelles Bild der durch das Prisma p beleuchteten rechteckigen Oeffnung. Die drei spiegelnden Flächen des Interferenzapparates liefern somit eine Gruppe von drei Bildern, deren relative Lage zu einander von der Justirung des Interferenzapparates (vergl. an dieser Stelle) abhängt. Die Bilder können mit Hilfe einer vorgesteckten Lupe betrachtet werden. Bei richtiger Justirung des Interferenzapparates erscheinen zwei Bilder zum Theil übereinander liegend, das dritte ist in einiger Entfernung davon links und in gleicher Höhe mit dem Doppelbild sichtbar.

Für die Beobachtung ist dann nur noch erforderlich, das Doppelbild, welches für das Zustandekommen der Interferenzerscheinung allein in Betracht kommt, in die freie Oeffnung des Gesichtsfeldes, unmittelbar rechts neben das Prisma p zu bringen. Dieses und das Aufsuchen der Bilder geschieht durch Drehen an dem auf das Fernrohr aufgeschobenen Prisma P_1 (oder an P_2). Hierbei zeigen sich in dem Gesichtsfeld vorübergehend auch die beiden in gleicher Höhe befindlichen von der Verschlussglasplatte V herrührenden Reflexbilder.

Die sämmtlichen vorgenannten Bilder befinden sich bei richtiger Anordnung aller Theile für ein und dieselbe Strahlengattung ungefähr in gleicher Höhe nebeneinander. Für die den verschiedenen Spektralfarben zugehörigen Reflexbilder, welche für jede einzelne reflektirende Fläche vertikal untereinander gelegen sind (die Dispersion hat den vierfachen Betrag der Dispersion eines einzigen Flintglasprismas von etwa 54° brechendem Winkel), ist daher eine gegenseitige Störung der von verschiedenen Flächen oder von verschiedenen Farben derselben Fläche herrührenden Bilder gänzlich ausgeschlossen. Ist die richtige Einstellung des Doppelbildes für eine Farbe bewirkt, so geschieht der Uebergang zu einer anderen Farbe durch einfaches Heben oder Senken des Beobachtungsrohres mittels der Schraube S. Nach Einstellung des Beobachtungsrohres hält eine in der Figur nicht wiedergegebene Arretirungsschraube dasselbe in seiner Lage fest.

In Bezug auf die Beobachtung der vorgenannten Reflexbilder ist noch zu bemerken, dass das Objektiv in der Richtung der optischen Axe des Fernrohrs zum Verschieben eingerichtet ist, um auf diese Weise Oeffnung und Bild genau in eine Ebene, die Brennebene des Objektivs bringen zu können.

Wird nun, nachdem die Einstellung des Doppelbildes für eine bestimmte Farbe bewirkt ist, die Lupe entfernt, so ist das dieser Farbe zugehörige Streifensystem zugleich mit dem hellleuchtenden Silberscheibchen für ein einigermaassen weitsichtiges Auge sichtbar. Zur eigentlichen Beobachtung dient das an Stelle

der Lupe eingesetzte Fernröhrchen *F*. Die freie Oeffnung neben dem Beleuchtungsprisma (*p*) wirkt alsdann als Diaphragma, durch welches hindurch die Abbildung eines ausserhalb desselben liegenden Objektes erfolgt.

Die eigentliche Diaphragmirung der Strahlenbündel erfolgt durch eine unmittelbar hinter dem Prisma *p* angebrachte Irisblende *J* mit kreisförmiger Blendenöffnung, deren Durchmesser zwischen 1 *mm* und 20 *mm* nach Belieben eingestellt und an einer Skala abgelesen werden kann. Beim Aufsuchen bezw. Einstellen der Reflexbilder ist die Irisblende soweit wie möglich zu öffnen. Die Oeffnung ist dann gross genug, dass man alle drei Reflexbilder, die von dem Interferenzapparat herrühren, gleichzeitig überschauen kann. Die Reflexbilder haben jetzt noch die Form von Rechtecken (vergl. oben). Sobald aber der Durchmesser der Blendenöffnung gleich oder kleiner wird als die Höhe des Reflexionsprismas *p*, nehmen die Reflexbilder die Gestalt von Halbkreisen an. Die Irisblende ist derart angeordnet, dass die bis in die Mitte des Gesichtsfeldes hineinreichende Prismenkante die Blendenöffnung stets in zwei gleiche Hälften theilt. Die eine, durch das Prisma verdeckte Hälfte bestimmt die Grösse der Licht ausstrahlenden Oeffnung, die andere Hälfte wirkt als Diaphragma für die reflektirten Strahlen. Die Reflexbilder sind nach Grösse und Gestalt dieser Durchlassöffnung genau gleich, und in demselben Maasse, wie sich der Blendendurchmesser vermindert, nehmen auch die Dimensionen der Reflexbilder ab. Bei der Einstellung des oben genannten Doppelbildes ist somit darauf zu achten, dass dasselbe vollständig in die freie Oeffnung der Blende zu liegen kommt.[1])

In erster Linie wirkt somit die Irisblende, wie man sofort sieht, als Schutzvorrichtung gegen den Einfluss falschen Lichtes, sofern durch die Oeffnung nur diejenigen Strahlen hindurchtreten, welche auch wirklich an dem Zustandekommen der Interferenzerscheinung betheiligt sind.

Die Irisblende hat aber noch einen anderen Zweck. Bei grösseren Gangunterschieden (Dicke der Luftschicht 5, 10 *mm* und mehr) hängt die Deutlichkeit der Interferenzerscheinung in sehr hohem Maasse von dem Grade der Vollkommenheit ab, mit welcher der normale Einfall der Strahlen auf den Interferenzapparat erreicht ist. Je höher der Gangunterschied der interferirenden Strahlenbündel ist, um so mehr müssen diejenigen Strahlen ausgeschlossen werden, welche von solchen Punkten der Oeffnung ausgehen, die ralativ weit ab von der optischen Axe des Fernrohres gelegen sind.[2]) Auch diesen Zweck erfüllt die Irisblende, wie man sieht, auf das vollkommenste. Je enger man die Irisblende stellt, desto mehr werden die sämmtlichen wirksamen Strahlenbündel auf die Strahlen in unmittelbarster Nähe der Lothlinie zum Interferenzapparat beschränkt.

Damit die Interferenzerscheinung schliesslich auch von den an den beiden Flächen des Objektivs *O* stattfindenden Reflexen nicht gestört werde, ist ein für diesen Zweck besonders berechnetes Objektiv verwandt worden. Die erste konkave Fläche hat einen Krümmungsradius nahezu gleich der Brenn-

[1]) Behufs Prüfung der Lage der Reflexbilder zur Blendenöffnung beim Uebergang von einer Farbe zur anderen, ist nicht nothwendig, das Fernröhrchen *F* jedesmal aus seiner Hülse herauszunehmen und dafür die Lupe einzustecken. Das Fernröhrchen *F* entwirft nämlich von der Blendenöffnung und den darin enthaltenen Bildern ein unmittelbar vor dem Okular (im Augenpunkt) gelegenes Abbild, das man bequem mit Hilfe einer vorgehaltenen Lupe betrachten kann.

[2]) Vergl. Verdet-Exner, Wellentheorie des Lichts *1. S. 72. 1881*, O. Lummer, *Wied. Ann. 23. S. 76. 1884*, S. Czapski, *diese Zeitschrift 5. S. 149. 1885*.

weite, und erzeugt daher ein reelles Bild der Oeffnung, welches durch geringe Schrägstellung des Objektivs hinter das Prisma *p* gebracht ist. Das von der zweiten Fläche erzeugte Bild liegt unmittelbar vor dem Objektiv und trägt infolge der starken Divergenz der Strahlen nur zu einer geringen Aufhellung des ganzen Gesichtsfeldes bei. Beide Bilder sind daher für die Beobachtung ohne Nachtheil.

3) Die Justirung des Interferenzapparates.

Dieselbe wird mit Hilfe eines besonderen Justirfernrohres, F_2 in Fig. 2, bewirkt, welches mit dem Dilatometer in feste Verbindung gebracht ist und im wesentlichen die gleiche Einrichtung besitzt wie das Beobachtungsfernrohr (Autokollimation mit Spalt und Beleuchtungsprisma). Die Beleuchtung kann mit jeder beliebigen weissen Lampe bewirkt werden. Die Beobachtung der relativen Lage der vom Interferenzapparat erzeugten Reflexbilder des Spaltes reicht zur Justirung desselben vollkommen aus.

Während der Justirung, welche nachstehend beschrieben werden soll, wird das Tischchen von dem um eine vertikale Axe drehbaren und mit Anschlägen versehenen Arm *A* getragen; letzterer gewährt ausserdem die Möglichkeit, nach vollbrachter Justirung des Tischchens dasselbe sicher und in bequemster Weise in das Gehäuse einzuführen. Zu dem Ende wird das Tischchen von vornherein auf die Bodenplatte *B* aufgestellt. Diese ruht ihrerseits auf den abgerundeten Spitzen dreier Stellschrauben (Kreuzlochschrauben), welche in eine von dem Arm *A* getragene Platte eingesetzt sind. Mit Hilfe dieser Schrauben lässt sich der Interferenzapparat genau senkrecht zum Justirfernrohr richten, so dass die drei Reflexbilder in die freie Hälfte des Gesichtsfeldes zu liegen kommen. In der in Fig. 2 dargestellten Lage, in der sich das Tischchen gerade unter dem Fernrohr F_2 befindet, kann der Arm *A* mit Hilfe eines an dem Stativ angebrachten, in der Figur nicht wiedergegebenen Stiftes festgehalten werden. Ferner ist dem Apparat eine mit Sammet überzogene kreisförmige Platte mit erhöhtem Rande beigegeben, die in bequemster Weise mit dem Arm *A* verbunden werden kann. Dieselbe dient in erster Linie als Schutzvorrichtung für die Theile des Interferenzapparates. Sie kann ferner als Aufbewahrungsplatz für schnell aus der Hand zu legende Apparattheile (Lupe, Stellstift u. s. w.) benutzt werden. Die Einführung des Interferenzapparates in das Gehäuse geschieht in der Weise, dass man nach Entfernung der Schutzplatte den Arm *A* bis zum zweiten Anschlag herumlegt, der so regulirt ist, dass das Tischchen sich genau unter der Röhre *R* befindet. Mittels Zahn und Trieb (*Z* in Fig. 1) lässt sich dann der Interferenzapparat in die Höhe heben und durch Ueberschrauben eines Gewindetheiles das Gehäuse mit der konisch eingepassten Bodenplatte verbinden. Der Arm *A* wird darauf in seine Anfangslage zurückgeführt und mit dem Stift wieder an der Säule befestigt.

Für die Justirung des Interferenzapparates gelten die nachstehend angeführten Gesichtspunkte. Der Interferenzapparat sei nach Augenmaass soweit vorgerichtet, dass die Luftschicht eine Dicke von weniger als 0,1 *mm* habe. Der Spalt sei parallel zum Arm *A* gerichtet, was durch Drehen des Fernrohres in seiner Hülse bewirkt werden kann und die Reflexbilder seien im Gesichtsfeld sichtbar.

Zuerst ist nothwendig, die Deckglasplatte *P*, entsprechend den S. 376 gemachten Festsetzungen, so zu legen, dass der auf ihr befindliche Strich auf die rechte Seite des vor dem Justirfernrohr stehenden Beobachters zu liegen kommt und angenähert parallel zum Arm *A* gerichtet ist. Wird dann das Tischchen

durch Drehen von A unter das Gehäuse gebracht, so erhält die Deckglasplatte die verlangte, früher bezeichnete Lage. Damit ferner die Interferenzstreifen im Gesichtsfeld des eigentlichen Beobachtungsrohres vertikal verlaufen, ist ausserdem nothwendig, dass auch die brechende Kante des Luftkeiles parallel zu dem Arm A gerichtet sei. Ob dieselbe hierbei links oder rechts zu liegen kommt, ist natürlich ganz gleichgiltig. Nur ist zu empfehlen, damit ein Fehler in Bezug auf den Sinn der beobachteten Streifenverschiebung vermieden werde, die brechende Kante des Luftkeiles immer nach derselben Seite, entweder nach links oder nach rechts, zu legen.

Setzen wir also fest, dass der Luftkeil die entgegengesetzte Lage der brechenden Kante haben soll wie die Deckglasplatte, so gilt für die Anordnung der drei Bilder (siehe nebenstehende Figur) immer die gleiche Regel: das von der Objektfläche herrührende Spaltbild a, welches man durch leichtes Abheben der Deckglasplatte und Wiederaufsetzen derselben von den beiden anderen, b und c, in ihrem Abstand unveränderlichen Spaltbildern unterscheiden kann — S bedeutet den vom Prisma bedeckten, im Gesichtsfeld unsichtbaren Spalt — in allen Fällen mit dem Spaltbild links zusammmenzubringen, derart dass a stets zwischen b und c und in gleicher Höhe mit diesen sich befindet (Fig. 4). Indem man dann den Spalt statt mit weissem Licht mit Natriumlicht beleuchtet, kann man sich nach Entfernen des Okulars ohne Weiteres vom Aussehen (Breite und Richtung) der Interferenzstreifen überzeugen. Wie weit die beiden Spaltbilder a und b sich überdecken müssen, damit die Interferenzstreifen die für die Messung geeignete Breite (etwa 1 bis 2 Umdrehungen der Mikrometerschraube) haben, ergiebt sich für alle späteren Fälle aus dem einmal vorzunehmenden Orientirungsversuche.

Fig. 4.

Ist der Interferenzapparat in der vorstehend beschriebenen Weise justirt und in das Gehäuse G eingeführt — die genaue Vertikalstellung der Streifen im Gesichtsfeld des Beobachtungsrohres kann zum Schluss durch Drehung der Bodenplatte B bewirkt werden — so entspricht einer Bewegung der Streifen von rechts nach links (das Fernrohr kehrt um) ein Dickerwerden der Luftschicht; die Ausdehnung der Schrauben ist dann grösser als die des Objektes. Umgekehrt zeigt ein Wandern der Streifen von links nach rechts ein Dünnerwerden der Luftschicht an; die Ausdehnung der Schrauben ist dann kleiner als die des Objektes.

4) Die Mikrometervorrichtung.

Dieselbe besteht aus dem bereits vorerwähnten Fernröhrchen F mit einem Doppelfaden als Einstellungsmarke und einer mit 100theiliger Trommel und Zeiger versehenen Messschraube M, mit deren Hilfe das Fernröhrchen um eine vertikal stehende Axe gedreht werden kann (Anordnung aus Figur 3 ersichtlich). Um den Mikrometerapparat für die Messung vorzubereiten, ist zunächst erforderlich, dass die für das Zustandekommen der Interferenzstreifen maassgebenden Reflexbilder genau in die freie Oeffnung der Irisblende hineinfallen (vergl. die Seite 377 gemachten Ausführungen). Hierauf muss das Fernröhrchen F so eingestellt werden, dass Doppelfaden, Silberscheibchen und Interferenzstreifen gleichzeitig im Maximum der Deutlichkeit erscheinen (Verschwinden der Parallaxe zwischen Silberscheibchen und Doppelfaden), und dass der Doppelfaden genau parallel zu den Streifen

gerichtet ist. Senkrecht zu dem Doppelfaden ist durch die Mitte des Gesichtsfeldes noch ein dritter Spinnefaden aufgezogen. Dieser Faden dient als Marke für die richtige Höheneinstellung des Fernröhrchens. Dieselbe wird mit Hilfe der in Figur 2 sichtbaren Justirschraube *E* bewirkt, welche gestattet, das Fernröhrchen um eine horizontale Axe zu drehen. Am besten trifft man die Anordnung so, dass das Scheibchen mit seinem unteren Rande den Querfaden eben berührt. Die nebenstehende Figur 5 möge ein ungefähres Bild der im Gesichtsfeld des Fernröhrchens beobachteten Erscheinung geben.

Fig. 5.

Das die Erscheinung einschliessende Rechteck wird von dem oben erwähnten Spalt *s* gebildet, der, da er sich dicht über der Deckglasplatte befindet, nahezu in gleicher Deutlichkeit zu sehen ist wie das Silberscheibchen.

Bewegt man jetzt die Messschraube *M*, so wandert der Doppelfaden in horizontaler Richtung über Interferenzstreifen und Scheibchen hinweg, und man kann nun den Doppelfaden successive mit den einzelnen Streifen und dem Scheibchen zur Deckung bringen. Aus den Ablesungen an der Trommeltheilung der Mikrometerschraube erhält man dann in Trommeltheilen einen numerischen Werth sowohl für die Streifenbreite als auch für den Abstand des Silberscheibchens von dem nächst gelegenen Interferenzstreifen.

Ich habe bei meinen Untersuchungen zuerst eine andere Einstellungsmarke, einen kurzen auf Glas eingeritzten und eingeschwärzten Doppelstrich benutzt, habe diese Anordnung aber später durch die oben beschriebene ersetzt. Nicht allein ist bei Anwendung von Spinnefäden die Erscheinung klarer und schärfer, auch lässt sich der Abstand der beiden Fäden viel bequemer der Grösse des Silberscheibchens anpassen. Um nämlich die Einstellung auf das Silberscheibchen mit grösster Genauigkeit vornehmen zu können, ist nothwendig, dass der Abstand der beiden Fäden ein wenig kleiner gehalten werde, als der Bilddurchmesser des Silberscheibchens, der Art, dass rechts und links je ein kleines Kreissegment zu sehen ist, wenn der Doppelfaden mit dem Silberscheibchen zur Deckung gebracht wird. Bei der gewählten Versuchsanordnung (Höhe eines Schraubenganges = 0,2 *mm*) ist dann die Einstellung auf das Scheibchen auf etwa 1 Trommeltheil, die Einstellung auf einen Interferenzstreifen auf etwa 2 bis 3 Trommeltheile genau. Die Einstellung des Doppelfadens auf einen Interferenzstreifen entspricht vollkommen der Art, wie man auf die Striche eines Maassstabes einstellt: Einschliessung eines dunklen Striches zwischen die beiden Parallelfäden. Weiteres über das mikrometrische Messverfahren und über die rechnerische Verwerthung der Beobachtungsresultate siehe unter IV. 2.

(Fortsetzung folgt.)

Theorie und Beschreibung des Reduktions-Tachymeters.

Von

G. Roncagli und **E. Urbani.**

(Die Uebersetzung ist von Herrn Prof. Hammer in Stuttgart durchgesehen worden.)

Theorie des Instrumentes.

Die Grundgleichung der Distanzmessung bei horizontaler Zielaxe und bei vertikaler Stellung der Latte ist:

$$D = KL, \qquad (1)$$

wo D die horizontale Entfernung, die man finden will, L den Lattenabschnitt zwischen den Schenkeln des konstanten diastimometrischen Winkels ω und K die Konstante des Distanzmessers[1]) bedeutet. Ist hingegen die Zielaxe um einen Winkel α gegen den Horizont geneigt, so tritt an Stelle der vorigen Gleichung:

$$D = KL' \cos^2\alpha. \qquad (2)$$

Wir setzen voraus, man könne den diastimometrischen Winkel derart verkleinern, dass der Lattenabschnitt, der zwischen seinen Schenkeln liegt, gleich dem vorigen sei. Es ist klar, dass mit dem neuen diastimometrischen Winkel ω' die unter dem Höhenwinkel α der Visur gemachte Lattenablesung gleich der mit dem diastimometrischen Winkel ω bei horizontaler Zielaxe erhaltenen sein wird, d. h. es wird die abgelesene Distanz gleich der horizontalen Entfernung sein.

Wenn wir in der Gleichung (2) L an Stelle von L' setzen und gleichzeitig statt K eine neue Konstante K' derart einführen, dass $K'L = KL'$ ist, so wird die Gleichung nicht geändert. Wenn man aber andererseits die Gleichungen (1) und (2) miteinander vergleicht, so erhält man

$$L = L' \cos^2\alpha,$$

d. h. es muss sein

$$K' = \frac{K}{\cos^2\alpha}. \qquad (3)$$

Setzt man $ac = a'c' = d$, $O = \delta$, $a''c' = x$, so erhält man die Relationen

$$K = \frac{\delta}{2d}, \quad K' = \frac{\delta}{2x}.$$

Setzt man diese Werthe in (3) ein, und bestimmt x, so wird

$$x = d \cos^2\alpha.$$

Es ist also die Distanz zwischen den Mikrometerfäden, die der Bedingung der Aufgabe entspricht, gegeben durch das normale Instervall d multiplizirt mit dem Quadrat des Kosinus des Neigungswinkels der Visur gegen den Horizont, oder, was dasselbe ist, mit dem Quadrat des Sinus der Zenithdistanz.

Wenn man sich ein tachymetrisches Instrument denkt, bei dem die Fadendistanz nach dem Belieben des Beobachters verändert werden kann, indem sie alle Werthe annimmt, die zwischen dem normalen d und dem kleinsten erforderlichen $d \cos^2\alpha$ liegen, so wird ein solches Instrument die direkte Messung der horizontalen Entfernung gestatten unter Vermeidung jeglicher Reduktionsrechnung.

Der Distanzmesser.

Die Konstruktion eines solchen Instrumentes ist praktisch möglich, und es ist im Felde in jeder Hinsicht ebenso einfach und ebenso schnell zu gebrauchen als ein gewöhnlicher Tachymeter mit unveränderlichem Fadenabstand.

[1]) Wir setzen immer voraus, dass sich ω nicht mit der Entfernung ändert, wie es beim Porro'schen Fernrohr zutrifft.

Denken wir uns das Mikrometer des Distanzmessers in zwei Theile zerlegt, der erste bestehend aus dem Vertikalfaden und der andere aus dem horizontalen Mittelfaden und zwei anderen Fäden. Wir setzen voraus, dass die beiden äusseren Fäden nicht parallel, sondern konvergent seien. Es ist klar, dass jedem Zwischenpunkte ihrer Länge in dem Vertikalfaden eine andere Konstante des Distanzmessers entspricht.

Wenn wir uns also zwei Fäden denken, in Form von zwei gegen eine Horizontallinie symmetrischen Kurven, so wird es möglich sein, diese Kurven so zu bestimmen, dass zwischen ihren Endpunkten alle Intervalle zwischen d und $d \cos^2 \alpha_{max.}$ enthalten sind.

Die Konstruktion der Kurven ist sehr einfach. Nimmt man an, dass die Zwischenräume 0 bis 1, 0 bis 2, 0 bis 3, ... 0 bis α als Abszissen den Höhenwinkel von 1°, 2°, 3°, ... $\alpha°$ darstellen, und nimmt man als Ordinaten, symmetrisch gegen die Mittellinie, die Intervalle 0 bis 0, 1 bis 1, 2 bis 2 u. s. w., die gleich d, $d \cos^2 1°$, $d \cos^2 2°$ ..... sind, so werden die Kurven der gewünschten Bedingung entsprechen, in der Art, dass in irgend einem Punkte p das Intervall $b - q$ derjenigen Konstanten entspricht, welche die direkte Ablesung der horizontalen Distanz gestattet.

Für ein solches Fadensystem würde die horizontale Verrückung dem Neigungswinkel proportional sein.

Die Aenderungen von $\cos^2 \alpha_{max.}$ sind aber den Aenderungen von α nicht proportional. Hieraus folgt, dass, wenn für kleine Werthe des Neigungswinkels das konstante Intervall 0 bis 1 für die Genauigkeit der Zwischenablesungen ausreichend gemacht wird, dies nicht mehr für grössere Werthe von α zutreffen wird, da ein sehr kleiner Fehler in der Abschätzung eines Theiles des Zwischenraumes zu sehr merkbaren Fehlern in dem Werthe von $d \cos^2 \alpha$ führen würde. Um diese Unbequemlichkeit zu vermeiden, wird es nothwendig sein, dass die Abszissen für grössere Winkel grössere Werthe haben.

Man sieht unmittelbar, dass, da die Gerade 0 .... α nach und nach mit allen ihren Zwischenpunkten das Gesichtsfeld des Fernrohres durchlaufen muss, ihre Länge, aus Rücksicht auf den Raum, auf das geringste Maass beschränkt werden muss. Ist also die Länge S festgesetzt, mit Rücksicht auf die vorgenannte Bedingung und auf die mechanischen Voraussetzungen der Konstruktion, und nennt man n die Anzahl von Graden, die für α_{max} angenommen werden soll, so wird es leicht sein, die Differenz x einer arithmetischen Progression zu bestimmen, die man als Gesetz der Aufeinanderfolge der horizontalen Zwischenräume zu wählen hat. Wenn p und u das erste und das letzte Glied der Progression bedeuten, so haben wir die Gleichung:

$$\frac{p+u}{2} n = S$$

und hieraus:

$$u = \frac{2S}{n} - p. \qquad (4)$$

Nun ist aber:

$$u = p + (n-1)x; \qquad (5)$$

man erhält also aus (4) und (5):

$$x = \frac{2(S - pn)}{n(n-1)}.$$

Diese Gleichung giebt die gesuchte Progressionsdifferenz als Funktion des ersten Intervalls und der Gesammtzahl der horizontalen Intervalle.

Beispiel.

Wir setzen voraus, das erste Intervall sei zu 0,001 *m* festgesetzt und es sei $n = 30$, $S = 0{,}045\,m$, dann wird:

$$x = \frac{2\,(0{,}045 - 0{,}001 \times 30)}{870} = 0{,}0000344823$$

die gesuchte Zahl. Nach (5) ist ferner:

$$u = 0{,}0019999867,$$

woraus wir schliessen, dass unter den Annahmen des Beispiels das letzte Intervall praktisch genau das doppelte des ersten ist.

Wenn man also den Werth des Abszissenabschnitts mit der Zunahme des Neigungswinkels wachsen lässt, nimmt das Fadensystem eine Form an, bei welcher man noch einen andern wichtigen Vortheil erhält, nämlich den, den Krümmungsradius der Kurve zu vergrössern, womit der Durchschnitt mit dem Vertikalfaden schärfer und die Ablesung erleichtert wird.

Praktische Konstruktionsbedingungen.

Die praktische Verwirklichung dieser Anordnung bietet keine Schwierigkeiten und das Mikrometer, das wir ein zusammengesetztes nennen wollen, kann in folgender Weise ausgeführt werden: Der Rahmen, der sonst das Fadennetz trägt, wird nur den Vertikalfaden tragen und wird solche Form und Anordnung erhalten, dass er gestattet, dass vor dem Faden (nach dem Objektiv zu) frei und in möglichst geringer Entfernung ein zweiter Rahmen laufen kann, der die auf Glas eingeritzten Fäden des beschriebenen Systems trägt.[1]

Diese Bewegung wird innerhalb einer metallischen parallelepipedischen Buchse geschehen können, deren grössere Axe sich in derselben Ebene wie die gerade Mittellinie befindet, indem ein äusserer Knopf einen Rechen fasst, der an einer Seite des Rahmens angebracht ist. Das System wird mit äusseren Druck- und Zugschrauben für die nothwendigen Verifikationen der Zielaxe und der vertikalen Lage des festen Fadens befestigt sein.

Die Entfernung, die zwischen dem Vertikalfaden und der Ebene des Glases liegen muss, um das Zerreissen des Fadens selbst zu vermeiden, giebt, wenn sie auf das geringste Maass reduzirt ist, keine Veranlassung zu einem merkbaren parallaktischen Fehler.

Um das beschriebene Mikrometer benutzen zu können, wird eine Bezifferung direkt auf das Glas eingeritzt, parallel dem Horizontalfaden des Systems, und der Vertikalfaden wird zu gleicher Zeit auch als Kontrollinie für die Schätzung der Theile dienen. Wenn man die Bezifferung nach halben Graden n. T. anbringt, kann man leicht mit voller Genauigkeit noch 10 Zentesimalminuten schätzen, d. i. den fünften Theil der Länge eines halben Grades, wenn man sich eines Okulars mit der gewöhnlichen Vergrösserung bedient, die bei den neueren Instrumenten im Gebrauch ist.

Wie man sieht, muss man zur Anwendung dieses Prinzips vor allem den Neigungswinkel der Visur gegen den Horizont oder die Zenithdistanz kennen. Der durch das neue Instrument gebotene Vortheil würde aber um einen grossen Theil verringert werden, wenn der Beobachter gezwungen wäre, nachdem er auf

[1]) Die Einritzung auf Glas bietet bei den heute zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln keine Schwierigkeit dar; die Methode der elektrischen Einritzung gestattet ausserordentlich feine Linien zu erhalten.

die Latte eingestellt hat, eine andere Stellung einzunehmen, um den Höhenwinkel abzulesen, bevor er die Ablesung der Distanz vornimmt; dies würde zu einem Zeitverlust führen, welcher die gewünschte Ersparniss verringern würde. Um diesem Mangel zu begegnen, genügt es, am Höhenkreis des Instrumentes mit Hilfe eines Mikroskops abzulesen, das den Beobachter nicht zu einer Aenderung seiner Stellung zwingt.

Damit diese Anordnung auch praktisch bequem wird, wird es nützlich sein, dass die Veränderung der Länge des Fernrohrs für die Anpassung an die Distanz an dem Objektivende anstatt an dem Okularende geschieht, eine Einrichtung, die übrigens auch schon bei älteren tachymetrischen Instrumenten im Gebrauch ist. Dies scheint aber ausserdem zu der Nothwendigkeit zu führen, der Veränderung Rechnung zu tragen, die durch die Verschiebung der anallaktischen Linse an den Entfernungen verursacht wird, da diese Linse immer mit dem Objektiv ein unveränderliches System bilden soll. Diese Grösse ist jedoch vollständig zu vernachlässigen. Die Möglichkeit ist indessen nicht ausgeschlossen, eine solche Anordnung der verschiedenen Theile des Instrumentes auszudenken, welche die Anpassung an die Distanz vom Okular aus ermöglicht, ohne die Ablesung des Höhenkreismikroskopes unbequem zu machen. Wir beschränken uns aber für jetzt auf die Beschreibung eines Instrumentes, bei dem das Objektiv verschoben wird. Als Höhenkreismikroskop kann man passend das mit konstanter Vergrösserung von Prof. Jadanza verwenden, das in den *Verhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Turin* beschrieben ist [1]).

Beschreibung des Instrumentes.

Indem wir die Beschreibung der Theile unterlassen, die keine Veränderung durch die Anbringung des Reduktionsdistanzmessers erleiden, beschränken wir uns

D D

30 25 20 15 10 5 0

Fig. 1.

darauf, diejenigen Theile zu erläutern, in denen unser Instrument hauptsächlich von den gewöhnlichen tachymetrischen Instrumenten abweicht. Dieses sind die folgenden:

1. Die zusammengesetzte Distanzmessvorrichtung.
2. Der Höhenkreis.
3. Die Methode der Ablesung für die Zenithdistanzen.

Die Distanzmessvorrichtung.

Sie besteht aus zwei getrennten Theilen: dem Kasten A (Fig. 2 bis 5) mit dem Fadennetz B, welches in ihm mit leichtem Druck läuft und von aussen mittels eines Knopfes F (Fig. 3 bis 5) bewegt wird, der auf der gemeinsamen Axe

[1]) Siehe auch: *Rivista di Topografia e Catasto*, 1891, Juli.

zweier Spindeln von gleichem Durchmesser E (Fig. 5) befest. Zahnstangen CC (Fig. 2 und 5) eingreifen. Der Rahmen hat a grösseren Seiten zwei runde Löcher G und H (Fig. 2 und 5),

Fig. 2.

mit den Zentren der Seiten selbst zusammenfallen, und die bestimmt sind, die Visur des Fernrohrs frei zu lassen. Das Loch G ist längs des Durchmessers normal zur grösseren Seite der Fläche von einem sehr feinen Faden (aus Metall) durchquert, der wie gesagt dazu bestimmt ist, als gewöhnlicher Vertikalfaden und als Kontrollinie für die Eintheilung des Fadensystems zu dienen. Der Rahmen trägt auf der der Verzahnung entgegengesetzten Seite das Glas D (Fig. 1); darauf ist das Fadensystem eingeritzt, das den zweiten Haupttheil des Mikrometers bildet. Zwischen der Oberfläche des Glases und dem Vertikalfaden ist ein kleiner Zwischenraum Z von einem Bruchtheil des Millimeters, um, wie schon erwähnt, zu verhindern, dass bei der Verschiebung des Rahmens der Faden selbst zerstört werden könne. Die Kassette ist normal zur Zielaxe zwischen deren Okular und der anallaktischen Linse J eingesetzt, wobei ihre grösseren Seiten parallel der Ebene des Azimuthalkreises und mit dem Loche G dem Okular zugewandt sind (Fig. 2). Das Fadennetz ist auf der Seite des Glases eingeritzt, die nach dem Vertikalfaden zu liegt. Auf dem Glas, in dem Intervall, das unmittelbar über dem Horizontalfaden sich befindet, und parallel zu diesem ist ferner eine

Fig. 3.

Eintheilung eingeritzt, deren Zwischenräume nach dem schon oben entwickelten Prinzip von dem als Ursprung genommenen Punkt bis zur Grenze grösser werden. Diese Eintheilung ist nach ganzen und halben Zentesimalgraden ausgeführt, so dass man, beim Anblick der Bezifferung von 5 zu 5 Grad, die bei der gewöhnlich bei Tachymetern benutzten Okular-Vergrösserung deutlich im Felde des Fernrohrs erscheint, leicht mit dem Auge den fünften Theil des Intervalls eines halben Grades schätzen, also eine Annäherung von $^1/_{10}$ Grad oder von 10 Zentesimalminuten erlangen kann. Die Möglichkeit einer weiteren Untertheilung, die eine noch sicherere Schätzung der Theile gestattet, ist nicht ausgeschlossen.

Fig. 4.

Der ganze Apparat ist in einem parallelepipedischen Kasten *K* eingeschlossen, der seinerseits an dem äusseren Rohr des Fernrohrs mittels eines Kranzes von Schrauben *L* (Fig. 4 und 5) befestigt ist. Die Platte *M* (Fig. 3), gleichfalls an dem

Fig. 5.

Kasten mit vier Schrauben *N* befestigt, schliesst ihn von einer Seite. Zwei Paar Druck- und Zugschrauben *O* dienen dazu, den Mittelfaden des beweglichen Systems horizontal und den Vertikalfaden vertikal zu stellen. Die eingeschlossene Schraube *P* (Fig. 4) dient zur Korrektion der Zielaxe.

Das Okular ist beweglich mit Hilfe des Zahnsystems *Q* (Fig. 3), dessen Stange ausser auf der Platte *M* auch auf der hinteren Seite des Kastens mittels einer auf ihm mit zwei Schrauben *V* befestigten Unterlage geführt wird. Diese haben ihren Spiel-

raum in zwei leicht elliptischen Löchern, um dem ganzen Kasten eine gewisse Winkelverschiebung in der Vertikalebene zu gestatten zur Korrektion des Vertikalfadens; sie müssen gelöst werden, wenn man diese Korrektion vornehmen will.

Der Höhenkreis.

Der Höhenkreis sitzt fest an dem Fernrohrträger, ist mit einer Libelle versehen und mit Schrauben zur Berichtigung des Indexfehlers. Die Theilung ist in Zehnteln des Zentesimalgrades auf einer zylindrischen Fläche U (Fig. 5) angebracht und kann auf je einen halben Quadranten über und unter der Nulllinie beschränkt werden.

Ablesung der Zenithdistanzen.

Die Ablesung der Zenithdistanzen geschieht mittels des Mikroskopes R (Fig. 5), dessen optische Axe unveränderlich parallel der des Fernrohres ist. Das Mikroskop ist gebrochen durch das Prisma S, dessen obere und untere Fläche mit der optischen Axe einen Winkel von einem halben Rechten bilden. Auf diese Weise wird die Visirlinie ab (Fig. 5) zweimal in b und c reflektirt und kommt in d parallel zur Richtung ab ins Auge.

Das Fadennetz T (Fig. 4 und 5) mit drei äquidistanten Parallelfäden dient zur Ablesung des Kreises, wenn die Zenithdistanz mit grösserer Genauigkeit verlangt wird. Die Ablesung der Zenithdistanz, wie sie zum Gebrauch des Distanzmessers meist nöthig ist, kann man schneller allein mit dem Mittelfaden ausführen, indem man mit dem Auge den gerade vorkommenden Untertheil schätzt. Im allgemeinen wird es aber zu unserem Zweck, abgesehen von dem Falle starker Neigungen, genügen, denjenigen Theilstrich des Kreises abzulesen, welcher sich dem Mittelfaden am nächsten zeigt.

Schlussbemerkung.

Es möge noch eine Bemerkung über den Gebrauch des Instrumentes hinzugefügt werden, damit nicht in der Praxis der ganze Vortheil verschwinde, um deswillen es ausgedacht wurde.

Die vorläufige Ablesung des Höhenkreises kann an einen, wenn auch kleinen Zeitverlust glauben lassen, da er den Lattenträger zwingt, einige Augenblicke länger auf seinem Standpunkt zu bleiben.

Dieser Zeitverlust ist vorhanden, aber er ist fast unmerkbar und wird aufgewogen durch den Wegfall späterer Rechnung. Er vermindert sich auf einen gänzlich verschwindenden Betrag, wenn der Beobachter darauf achtet, das Signal zum Wechsel des Lattenpunktes sofort nach Ablesung der Zenithdistanz und vor Ablesung des Azimuthalwinkels zu geben. Die Zeit, die er zu dieser Arbeit gebraucht, dient dem Lattenträger zum Wechsel seines Standpunktes.

Udine April 1893.

Ueber hydrostatische Waagen und einige Hilfsmittel zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten und festen Körpern.

Von
Mechaniker **F. Sartorius** in Göttingen.

Die einarmige hydrostatische Waage, ursprünglich Mohr'sche Waage genannt, ist in den Laboratorien überall bekannt und mit Recht wegen ihrer leichten Handhabung beliebt. Schon seit einer Reihe von Jahren werden diese Waagen mit den Rumann'schen Senkkörpern und Gefässen versehen, wodurch die Mängel beseitigt sind, die anderen dem gleichen Zweck dienenden Einrichtungen anhaften.

1. Der Rumann'sche massive gläserne Senkkörper hat, einschliesslich seines Aufhängedrahtes und der Oese, stets sowohl dasselbe absolute Gewicht als auch denselben Inhalt, so dass er bei der angenommenen Normaltemperatur von 15° C. genau 10 *g* destillirtes Wasser verdrängt. Die zugehörigen Gewichte müssen daher die bestimmte Schwere von 10 *g* . . . 1 *g* . . . 1 *dg* . . . 1 *cg* haben. — Hieraus folgt: Jeder Senkkörper passt zu jedem Gewichte und jeder Waage, so dass ein Verlust oder Bruch des einen Theils eine entsprechende Aenderung des anderen Theils nicht bedingt, also ein Ersatz leicht möglich ist, und dass ferner die Gewichte stets genau auf ihre Richtigkeit zu prüfen sind.[1])

2. Die Untersuchung leidet keine Unterbrechung durch die Ablesung der Temperatur, selbst nicht bei Prüfungen von farbigen oder undurchsichtigen Flüssigkeiten, weil sich die Thermometerskale ausserhalb derselben befindet.

3. Durch Hinwegnahme des Thermometers aus dem Senkkörper hat letzterer ganz erheblich an Stärke und Unzerstörbarkeit gewonnen, ebenso das Thermometer an Deutlichkeit und Länge der Skale und namentlich an Empfindlichkeit, insbesondere gegenüber denjenigen Thermometerschwimmern, die an sich schon ziemlich unempfindlich zu sein pflegen und durch einen massiven Glasausatz unterhalb des Quecksilbergefässes, an welchem das Volumen berichtigt werden soll, ihre Empfindlichkeit ganz und gar verlieren.[2])

Fig. 1.

Das Stativ sowohl wie der Balken der Waage haben im Laufe der Zeit Abänderungen in der Konstruktion erfahren, wodurch wesentliche Verbesserungen sowohl hinsichtlich der Genauigkeit der Wägungen, als auch in der Dauerhaftigkeit der Waagen und Gewichte erzielt sind. Durch einen am Stative befestigten Gradbogen *G* (Fig. 1), vor dem die Zunge spielt, wird die Ablesung bequemer

[1]) Siehe Stammer, *Lehrbuch der Zuckerfabrikation, Ergänzungsband S. 52* und Loewenherz, *Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung 1879, S. 202.*

[2]) Siehe Loewenherz *S 202.*

und sicherer wie bei dem sonst üblichen, der Zunge gegenübersitzenden einfachen Index. Das Gegengewicht *A* am linken Balkenende hat eine Vorrichtung zur Regulirung des Schwerpunktes erhalten und die Axe *B* am anderen Ende ist mit einer langen Schneide und Pfanne im Bügel versehn.

Die hauptsächlichsten Abänderungen des Balkens und der Gewichte, durch welche viel längere Haltbarkeit und Unwandelbarkeit der Angriffspunkte der Axen und Laufgewichte und demzufolge immerwährendes sicheres Spiel der Waage, auch bei Anwendung der schwersten Gewichte, erreicht wird, besteht darin, dass an Stelle der früher üblichen Einschnitte in der oberen Kante des Messingbalkens, in welche die Messing-Reiter mit ihren, aus demselben Metall ausgearbeiteten, Schneiden hineingesetzt wurden, nunmehr seitlich in den Balken vergoldete Stahlzylinder mit fein ausgeschliffenen und gehärteten Schneiden eingesetzt sind. Die bei dieser Einrichtung erforderlichen Laufgewichte werden mittels stählerner, ebenfalls harter Häkchen auf die Schneiden gehängt. Durch Anwendung dieser stählernen gehärteten Axen und Häkchen ist irgendwelche, die Richtigkeit der Wägungen beeinträchtigende Veränderlichkeit durch Abnutzung der Angriffstellen ausgeschlossen. Die Form der gehärteten Axen ist so gewählt, dass der Angriff der aufgehängten Gewichte nur immer in ein und demselben Punkte stattfinden kann. Erhöhte Empfindlichkeit bei fehlerlosem leichten Spiel der Waage ist auch wesentlich nützlich, wenn sie ferner noch die Einrichtung besitzt, auch das absolute und spezifische Gewicht fester Körper mittels Anwendung von Analysengewichten bestimmen zu können.

Für diesen Gebrauch ist die Waage so eingerichtet, dass sie einspielt, wenn das anhängende hydrostatische Schälchen *S* mit Analysengewichten bis zu 20 *g* belastet ist, und unter diesem Schälchen ein siebartig durchlöchertes Glaskörbchen *K* an Platinkettchen *P* hängt, welche Anordnung Fig. 2 darstellt.

Fig. 2.

Durch die Methode der Substitution lässt sich leicht das absolute Gewicht eines in dem Glaskörbchen liegenden festen Körpers bis zur Schwere von 20 *g* abwägen, und ferner lässt sich an derselben Vorrichtung leicht der Gewichtsverlust des Körpers unter Wasser behufs Bestimmung seines spezifischen Gewichtes finden.

Wie schon oben, bei Beschreibung der den hydrostatischen Waagen beigegebenen massiven Senkkörpern angegeben ist, haben letztere 10 *ccm* Inhalt und können auch an jeder guten gleichschenkligen Waage, sei dieselbe nun hängend oder auf einer Säule spielend, angewandt werden. Die Anordnung des Senkkörpers nebst zugehörenden Apparaten an einer gleicharmigen technischen Waage ist sehr einfach und in der folgenden Fig. 3 dargestellt.

Der am Häkchen des rechten Schalenbügels am Platindraht hängende Senkkörper, wird durch das links an dem Schalenbügel hängende Gewicht tarirt.

Auf dem Dreifusse rechts, zwischen dessen Füssen sich die Waagschale ungehindert auf und ab bewegen kann, befindet sich das Senkgefäss mit der zu prüfenden Flüssigkeit und dem Thermometer.

Aus den auf die Waagschale unter den Dreifuss zu setzenden Gewichtstücken, bei welchen die Waage, bei in die Flüssigkeit tauchendem Senkkörper

Fig. 3.

einspielt, ergiebt sich sofort das spezifische Gewicht dieser Flüssigkeit (10 *g* als Einheit genommen).

Ausser diesen beschriebenen Senkkörpern werden noch solche von 5 — 2 — 1 *ccm* gefertigt, die man auch, wie vorstehend angeordnet, an jeder Analysenwaage in allen solchen Fällen benutzen kann, wenn nur wenig von einer zu prüfenden, seltenen Flüssigkeit zur Verfügung steht, also in Gefässen, die nur wenige Kubikzentimeter fassen.

Referate.

Beziehung der elektromotorischen Kraft zum Druck.

Von G. Gore. *Phil. Mag. V. 35. S. 97. (1893.)*

Die vorliegenden Untersuchungen beweisen, dass eine elektromotorische Kraft erzeugt wird, wenn die verschiedenen Stellen einer leitenden Flüssigkeitsschicht verschiedenem Druck ausgesetzt sind. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass eine 3 *m* lange und 1 *cm* weite Glasröhre mit den betreffenden Elektrolyten gefüllt und dann

durch Korke verschlossen wurden, die drahtförmige Elektroden trugen. Die beiden Elektroden waren durch einen Stromkreis mit einem Thomson'schen Reflexionsgalvanometer verbunden. Wurde die Röhre aus ihrer anfänglich horizontalen Lage, bei welcher kein Strom vorhanden war, in eine vertikale Stellung gebracht, so konnte in 41 von 91 Fällen eine Ablenkung konstatirt werden. Dabei war die Richtung des Stromes so, dass er die Röhre vom unteren Ende zum oberen durchfloss; nur zweimal war die Stromrichtung die entgegengesetzte. Als Elektrolyte dienten die verschiedensten Lösungen von Säuren, Basen, Salzen oder Halogenen, als Elektroden Drähte von Zink, Aluminium, Kadmium, Zinn, Blei, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Silber, Gold, Platin. Die entstehenden Spannungen sind sehr schwach (einige Tausendstel *Volt*); die Ströme erreichen ihre maximale Stärke erst nach Verlauf einiger Minuten und bleiben dann ungefähr konstant. Von einzelnen Resultaten sei hervorgehoben, dass Säuren allein keine merkbaren Ströme verursachten, Jodide im allgemeinen schwächere als Chloride. Die stärkste Wirkung wurde erhalten bei Anwendung von Zinkelektroden und einer Lösung von Chlor und Chlorkalium als Elektrolyt. Dass nur der an den beiden Enden herrschende Unterschied im hydrostatischen Druck die Ströme verursachte, wurde durch besondere Versuche dargethan, bei denen einerseits die Druckunterschiede der vertikalen Flüssigkeitssäule aufgehoben waren, andererseits bei nahezu horizontalen Flüssigkeitsschichten an einer Elektrode ein höherer Druck hergestellt war als an der anderen. *Fm.*

Bolometrische Untersuchungen über die Stärke der Strahlung verdünnter Gase unter dem Einflusse der elektrischen Entladung.

Von Knut Angström. *Wied. Ann.* ***48.*** *S. 493.* (*1893.*)

Die zur Untersuchung gelangten Gase (Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd) waren in einer Entladungsröhre enthalten, die am einen Ende durch eine mit Wasserglas aufgekittete Steinsalzplatte abgeschlossen war. Die aus Aluminium bestehenden Elektroden waren mit besonderer Sorgfalt derart eingeschmolzen, dass sie dabei nicht durch die Flammengase affizirt wurden. Zwei weitere Elektroden in der Nähe der ersten dienten zur Messung des Potentialunterschiedes an den Enden der Röhre, um daraus mittels der ebenfalls absolut gemessenen Stromstärke die elektrische Energie berechnen zu können. Die Röhre stand in Verbindung mit einer Quecksilberpumpe, von der sie durch eine Quecksilbersperrung abgeschlossen werden konnte. Letztere diente gleichzeitig zum Messen des Gasdruckes in der Entladungsröhre. Die Gase wurden durch eine seitlich an der Pumpe angebrachte Ansatzröhre eingeleitet. Auf die Reindarstellung der Gase war besondere Sorgfalt verwandt; Wasserstoff und Sauerstoff wurden aus frisch destillirtem Wasser durch Elektrolyse dargestellt, Stickstoff durch Ueberleiten von Luft über erhitzte Kupferdrehspähne, Kohlenoxyd aus Oxalsäure und Schwefelsäure. Das letztere Gas wurde durch Kalilauge gereinigt, die anderen durch Phosphorsäureanhydrit, Schwefel und reine Kupferdrehspähne zur Absorption der Wasser-, Quecksilber- und Schwefeldämpfe. Das Bolometer bestand aus zwei aus Stanniol geschnittenen Gittern, die in Ebonitrahmen befestigt wurden. Dieselben wurden durch galvanisch niedergeschlagenes Platin und darauf folgendes Berussen geschwärzt. Der Widerstand eines Bolometers betrug etwa 5 *Ohm*, die wirksame Fläche war ein Kreis von 16 *mm* Durchmesser. Die Messungen sind meist mit konstantem Strom (800zelliger Akkumulator) vorgenommen, theilweise auch mit Ruhmkorff'schem Induktorium; die Stromstärke wurde durch ein mit dem Silbervoltameter geaichtes Galvanometer bestimmt, die Potentialdifferenz mit einem Quadrantenelektrometer. Die durch das Bolometer gemessene Gesammtstrahlung der Entladungsröhre ist zusammengesetzt aus der Strahlung des Glases und derjenigen der erwärmten Rohrwände. Die letztere wird eliminirt durch eine Messung der Strahlung nach Unterbrechung des Stromes. Durch Einschieben einer Alaunplatte, welche nur die sichtbaren Strahlen passiren lässt, kann man den optischen Nutzeffekt der Strahlung bestimmen. Die absolute

Empfindlichkeit des Bolometers wurde durch Bestrahlung von bekannter Grösse ermittelt; es entsprach:

$$1 \text{ Skalentheil} = 127 \times 10^{-9} \textit{ Grammkalorien pro sec. und qcm.}$$

Die wesentlichsten Resultate der Arbeit sind die folgenden: Für ein bestimmtes Gas und eine bestimmte Spannung ist die Strahlung des positiven Lichts proportional der Stromintensität und die Zusammensetzung der Strahlung unabhängig von der Intensität. Mit stärker werdender Spannung wächst die Gesammtstrahlung erst langsam, dann schneller. Das Verhältniss zwischen Intensität der Gesammtstrahlung und Stromarbeit nimmt mit zunehmender Spannung ab. Der optische Nutzeffekt der Gesammtstrahlung ist bei niedriger Spannung sehr gross (90% für Stickstoff), der optische Nutzeffekt der Arbeit dagegen nur gering (8% für Stickstoff bei 0,1 *mm* Druck). Die Stärke der Gesammtstrahlung ist als eine sekundäre Folge der Entladung zu betrachten und hängt von der molekularen Beschaffenheit der Gase ab. Die Strahlung ist keine reine Funktion der Temperatur, sondern eine anomale (Lumineszenz). Die Strahlung des Sauerstoffs war übrigens so gering, dass dieselbe mit dem Bolometer nicht mehr gemessen werden konnte. *W. J.*

Das Solarometer.

Von C. E. Bechler. *Aus einem Sonderabdrucke.*

Nachdem der sogenannte Palinurus und die verschiedenen Abarten desselben in England grossen Anklang gefunden haben, versucht man nun in Amerika ein auf dem gleichen Prinzip basirtes, doch genauer arbeitendes Instrument in die Schifffahrt einzuführen, welches nicht nur für die Azimuthbestimmung der Gestirne, sondern auch für die Stundenwinkelrechnung und somit für die Breitenbestimmung aus zwei Höhen u. s. w. dienen soll. Es ist das alte Instrument von Cortes, Coignet u. s. w. welches in allerdings verbesserter und vervollständigter Form seine Wiedergeburt feiert und aus einer Art Armillarsphäre mit getheilten Kreisen und Noniusablesungen besteht; das neue Instrument trägt ein Fernrohr zum Beobachten der Gestirne und soll durch eine mit 380 *Pfund* Quecksilber gefüllte Kugel bei den Bewegungen des Schiffes in der Ruhelage erhalten werden. Eine nähere Beschreibung des Apparates dürfte überflüssig erscheinen. Ref. verweist, was die Geschichte solcher Instrumente anbelangt, auf seine Aufsätze über Geschichte der Nautik und der nautischen Instrumente. Zuletzt hatte der Kapitän Volani des österreichischen Lloyd, die Anwendung eines gleichen Instrumentes vorgeschlagen, welches See-Theodolit benannt wurde, aber nicht zur Anwendung kam. *E. Gelcich.*

Apparat zum Trocknen bei beliebiger konstanter Temperatur im luftverdünnten Raume oder bei gewöhnlichem Luftdruck.

Von C. Lonnes. *Chem. Ztg. 27, S. 502 (1893).*

Das Trockenbad ist ein aus getriebenem Kupfer hergestellter doppelwandiger Kessel; er kann luftdicht verschlossen werden durch einen Kupferdeckel, der mittels eines Gummiringes gedichtet wird. In dem Deckel befindet sich die zur Einführung des Thermometers bestimmte Oeffnung. Seitlich ist eine den Zwischenraum zwischen den beiden Wänden durchsetzende Röhre angebracht, durch welche die Verbindung mit der (Wasserstrahl-) Luftpumpe hergestellt wird. Um die Trocknung bei wechselnden Temperaturen vornehmen zu können, empfiehlt der Verfasser die Anwendung von Heizflüssigkeiten und schlägt als besonders geeignet vor:

Schwefelkohlenstoff	für Temperaturen von:	43	bis	45° C.
Chloroform	„ „ „	58	„	60° „
Alkohol (90 bis 95%)	„ „ „	75	„	77° „
Wasser	„ „ „	96	„	99° „
Toluol	„ „ „	107	„	109° „
Isoamylalkohol	„ „ „	125	„	128° „

Ein Rückflusskühler verhindert das Entweichen der Dämpfe in die Luft, und gestattet, mit sehr wenig (30 *ccm*) der Heizflüssigkeit auszukommen. Um die Flüssigkeiten schnell und bequem zu entfernen und eventuell durch andere zu ersetzen, ist an dem Apparat noch eine einfache Hebervorrichtung angebracht. *Fm.*

Beschreibung eines neuen genauen und leicht zu konstruirenden Sphärometers.

Von G. Guglielmo. *Atti d. R. Acc. d. Lincei. Rndct. (1893). I. Sem. Fasc. 4.*

Mit den gebräuchlichen Laboratoriumsapparaten kann man sich, ohne eine Mikrometerschraube anzuwenden, auf folgende Weise ein genaues, durch nebenstehende Zeichnung erläutertes Sphärometer herstellen: A ist ein zylindrisches oder prismatisches Gefäss, welches mit einer Glasplatte bedeckt wird. Dieselbe besitzt zwei Durchbohrungen; durch eine derselben reicht bis fast auf den Grund des Gefässes das durch Ansatz eines Glasrohres oder eines Kautschukschlauches verlängerte Ausflussrohr der Bürette B. Durch die zweite Oeffnung reicht ein gläserner oder metallener Stab, welcher in der durch die Zeichnung von C bezw. C_1 angedeuteten Weise zwei Spitzen a und b besitzt, und welcher durch die in geeigneter Weise zu stützende Führung D gehalten wird. Um mit dem Apparat zu arbeiten, giesst man eine Flüssigkeit in das zylindrische Gefäss und in die Bürette, so dass das Niveau in A genau die Spitze b berührt. Will man nun etwa die Dicke eines Blättchens messen, so schiebt man dies auf der Glasplatte unter die Spitze a. Dadurch hebt sich b und man hat aus der Bürette nun soviel von der Flüssigkeit nachzulassen, dass ihre Oberfläche wieder gerade von b berührt wird. Der Quotient aus der verbrauchten Flüssigkeitsmenge und dem Querschnitt des zylindrischen Gefässes giebt die gesuchte Dicke an. Durch Wahl des geeignetsten Verhältnisses des Querschnittes der Bürette und des zylindrischen Gefässes lässt sich die Empfindlichkeit des Apparates beliebig steigern. Bringt man an der Bürette noch eine Vorrichtung an, um Flüssigkeit in diese hinein zurücksaugen zu können, so lassen sich eine grössere Anzahl von Einstellungen für dieselbe Bestimmung ausführen. Ist die aus der Bürette etwa hinzuzulassende Flüssigkeitsmenge grösser als die, welche die Bürette fassen kann, so fügt man den Haupttheil der Flüssigkeit mit Hilfe genau ausgewogener Fläschchen hinzu und nur den letzten Theil aus der Bürette. Als Flüssigkeit dient besonders vortheilhaft Quecksilber, doch ist auch Wasser bei geeigneten Vorsichtsmaassregeln mit Erfolg anzuwenden; im ersteren Falle bedient man sich zweckmässig des Stäbchens von der Form C_1, im letzteren eines solchen von der Form C. Die Genauigkeit der Bestimmungen hängt schliesslich auch von der richtigen Anordnung dieses Stäbchens ab; es muss vertikal stehen und darf während einer Bestimmung nicht rotiren, natürlich ist auch darauf zu sehen, dass die Glasplatte, auf welche sich die Spitze a stützt, genau eben und horizontal ist. Sind alle diese Bedingungen genügend erfüllt, so steht das neue Sphärometer hinsichtlich der Genauigkeit seiner Angaben hinter demjenigen mit Mikrometerschraube nicht zurück. An Stelle der Fehler der Schraube treten hier die, freilich durch sorgfältige Kalibrirung leicht zu bestimmenden Theilungsfehler der Bürette, und den Moment der Berührung der Spitze b mit der Flüssigkeitsoberfläche kann man nach den für solche Ermittlungen üblichen Methoden auch hier sehr genau finden. Sowohl bei Anwendung von Quecksilber wie von Wasser konnte bei mehreren Einstellungen des gleichen Niveaus eine Genauigkeit bis auf 0,001 *mm* erreicht werden. Die mit dem beschriebenen Sphärometer auszuführenden Messungen sind daher dieselben wie diejenigen, für welche das Sphärometer mit Mikrometerschraube gewöhnlich gebraucht wird. *F.*

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Der vierte Deutsche Mechanikertag zu München.

Der am 8. und 9. September in München abgehaltene vierte Deutsche Mechanikertag erfreute sich einer besonders regen Theilnahme von mittel- und süddeutschen Gelehrten und Mechanikern, die mit regem Interesse sich an den Verhandlungen betheiligten. Der Tagung ging am 7. September eine Vorstandssitzung voraus, sowie am Abend eine offizielle Begrüssung, die Herr Prof. Aubry-München im Namen des Polytechnischen Vereins, — welcher die lokalen Vorarbeiten für den Mechanikertag in dankenswerther Weise übernommen hatte, — in herzlichen Worten an die Theilnehmer richtete.

Die erste Hauptversammlung am Vormittag des 8. September wurde durch einen Bericht über die beiden letzten Geschäftsjahre seitens des derzeitigen Vorsitzenden der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, Herrn Dr. Krüss-Hamburg eingeleitet, der nach dem geschäftlichen Theile in tiefempfundenen Worten der unvergesslichen Verdienste des verstorbenen früheren Vorsitzenden Dir. Dr. Loewenherz gedachte.

Darauf folgte ein Vortrag über die Bedeutung Münchens für die Entwicklung der Präzisionstechnik, in welchem der Generalsekretär des Polytechnischen Vereins zu München, Herr Ingenieur Steinach, in eingehender und klarer Weise die Verdienste eines Fraunhofer, Steinheil, Utzschneider, Reichenbach, Merz schilderte und in rühmender Weise der heutigen Vertreter der Mechanik und Optik in München gedachte, der Firmen: Steinheil, Merz, Ertel, Reinfelder, Stollnreuther, Sendtner, Edelmann.

Ueber die Sammel-Ausstellung in Chikago wurde von mehreren Herren berichtet, und zwar über die Vorarbeiten der Kommission der Deutschen Gesellschaft von Herrn H. Haensch-Berlin, worüber bereits im Vereinsblatt mehrfach berichtet ist, und über die Ausstellung selbst von Herrn Prof. Dr. Westphal-Berlin und Herrn Jung-Heidelberg. Es wird in dieser Zeitschrift noch mehrfach Gelegenheit sein, auf die Ausstellung näher einzugehen; hervorgehoben sei hier nur die erfreuliche Mittheilung, dass ausser einer über alle Erwartungen zahlreichen Prämiirung der deutschen Aussteller auch die Deutsche Gesellschaft eine ehrende Anerkennung davon getragen habe.

Der Bericht über die für das Jahr 1896 für Berlin geplante Ausstellung (Referent Herr P. Stückrath-Friedenau) gipfelte darin, die ausserhalb Berlins wohnenden Mechaniker und Optiker anzuregen, sich für das Unternehmen zu interessiren, damit aus der lokalen Ausstellung eine nationale würde; sollte nichts destoweniger die Ausstellung auf Berlin beschränkt bleiben, so würden sich trotzdem alle deutschen Mechaniker und Optiker betheiligen können, welche Mitglieder der Gesellschaft seien.

Bei der Besprechung über das Vereinsblatt ersuchte Herr Blaschke-Berlin die Mechaniker um thätige Mitarbeit durch Einsendung ihrer Erfahrungen und fachlicher Anregungen.

Der Bericht über die Herstellung eines Mechaniker-Adressbuches (Referent Herr K. Friedrich-Berlin) bot im Wesentlichen das, was bereits im Vereinsblatt veröffentlicht wurde. Die Drucklegung hat begonnen; Anfragen selbst aus aussereuropäischen Städten bekunden das Interesse für das Unternehmen.

Die zweite Hauptversammlung begann mit einem hochinteressanten Vortrage des Herrn Oskar v. Miller-München über die Benutzung von Elektromotoren im Kleingewerbe, welche berufen seien, durch Nutzbarmachung der Naturkräfte wieder Glück und Wohlstand in die Haus- und Kleinindustrie zu bringen.

Die Arbeiten der Kommission für Einführung einheitlicher Schraubengewinde in die Feintechnik wurden als beendigt angesehen und der Kommission der Dank der Gesellschaft ausgesprochen. Für das neue Gewinde wurde der Name Loewenherz-Gewinde angenommen. Der Antrag, die Physikalisch-Technische Reichsanstalt um

Uebernahme der Anfertigung der kleineren Bohrer des Systems zu ersuchen, war gegenstandslos geworden, da sich bereits Fabrikanten hierauf eingerichtet haben. Herr R. Landolt-Zürich, Delegirter des Vereins Schweizerischer Maschinenindustrieller theilte mit, dass sein Verein den Anschluss an das neue Gewinde beschlossen habe. — Die Einführung einheitlicher Abmessungen für Präzisionsrohre wurde von neuem durch Herrn H. Haensch-Berlin angeregt.

Herr F. v. Liechtenstein-Charlottenburg zeigte mit neuem Aluminiumloth gelöthete Proben vor, die sich durch ausserordentliche Festigkeit auszeichneten.

Herr K. Friedrich besprach den § 120 der Gewerbeordnungs-Novelle betr. das Verbot des Sonntagsunterrichtes in den Fortbildungsschulen. Die Gesellschaft wurde dahin schlüssig, die Bewegung gegen diese Maassregel thatkräftigst zu unterstützen.

Der Antrag des Zweigvereins Hamburg-Altona auf Erhebung eines Eintrittsgeldes für Lehrlinge wurde mit der Maassgabe angenommen, dass erst bei Ausstellung des Lehrzeugnisses eine Gebühr erhoben werden soll.

Zu Vorstandsmitgliedern wurden gewählt die Herren: R. Fuess-Steglitz, H. Haensch-Berlin, E. Hartmann-Frankfurt a. M., Dr. H. Krüss-Hamburg, Dr. R. Steinheil-München, L. Tesdorpf-Stuttgart. Hierzu tritt satzungsgemäss Herr Prof. Dr. Westphal als Redakteur der Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Ein bestimmter Beschluss über die Festsetzung bezüglich des nächsten Mechanikertages wurde nicht gefasst, vielmehr nur der Vorschlag angenommen, ihn möglichst mit der Naturforscherversammlung zu verbinden.

Das Protokoll des Mechanikertages wird in nächster Zeit im *Vereinsblatt* veröffentlicht werden. Wir begnügen uns daher an dieser Stelle mit der vorstehenden kurzen Mittheilung.

Der Verlauf des vierten Deutschen Mechanikertages darf als ein sehr erfreulicher bezeichnet werden. Die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik war nach dem Tode ihres verdienstvollen Begründers und Vorsitzenden in eine schwere Krisis getreten. Die Gesellschaft hat diese Krisis, Dank der umsichtigen Leitung des Herrn Dr. H. Krüss-Hamburg, nunmehr glücklich überwunden.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Abtheilung Berlin.

In der Sitzung am 19. September wurden nach einer Besprechung über den Mechanikertag die Herren: Kommerzienrath Doerffel, Handke, Stückrath, Raabe als Vertreter der Abtheilung Berlin in den Vorstand der Deutschen Gesellschaft gewählt.

Patentschau.

Objektivverschluss. Von Chr. Harbers in Leipzig. Vom 20. Januar 1892. No. 66038 Kl. 57.

Der Verschluss besteht aus zwei um die Axe *o* drehbaren Scheiben *a* und *c*. Die Scheibe *a* ist mit einer Oeffnung *b* versehen, die Scheibe *c* dient als Deck- oder Schutzscheibe. Zur Herbeiführung einer Momentbelichtung wird die Scheibe *c* mittels der Schnur *s* gedreht. Hierbei erfasst ein Anschlag *d* der Scheibe *c* eine auf der Scheibe *a* befestigte Feder *i*, und letztere Scheibe wird so lange mitgenommen, bis die Feder *i* durch einen Stift *m* so weit heruntergedrückt wird, dass sie unter dem Anschlag *d* durchgleiten kann. Die Scheibe *a* wird alsdann von der Feder *g* vor dem Objektiv vorbeigeschnellt.

Zeitbelichtung wird in der Weise herbeigeführt, dass man die Scheibe *a* allein mittels einer Schnur *t* soweit dreht, bis sich ihre Oeffnung *b* vor dem Objektiv befindet.

Magazin-Kamera mit einfachem Plattenmagazin. Von S. Williams in Newport. Vom 26. November 1891. No. 66467. Kl. 57.

Fig. 1.

Fig. 2.

Die lichtempfindlichen Platten sind in Rahmen untergebracht, die mit ihren oberen Ansätzen *e* (Fig. 3) auf Trageleisten gehängt sind. Das Wechseln der Platten wird in der Weise bewirkt, dass der mit seinen Ansätzen von den Trageleisten abgeglittene und in Folge dessen auf dem Boden der Kamera stehende letzte Plattenrahmen *p* mittels federnder Greifer *b* (Fig. 2) an seinen unteren Ansätzen *c* erfasst und beim Herausziehen der die Greifer *b* tragenden Bodenplatte *S* in Nuten *f* so geführt wird, dass er unter dem nachgebenden Plattenstempel zunächst nach vorn gelangt. Alsdann wird von einem Winkelhebel *B*, der von einem Ansatz der Platte *S* beim Herausziehen der letzteren gedreht wird, der Plattenrahmen so weit gehoben, dass die Ansätze *e* durch die mit Federn *z* versehenen Nuten *g* in die Nuten *h* gelangen. Beim Wiedereinschieben der Platte *S* bezw. Stange *A* wird der Plattenrahmen mit seinen Ansätzen auf die Trageleiste gebracht, während die Greifer denselben loslassen. Federnde Hebel *i* drücken die Rahmen zurück. Die Greifer *b* werden beim Einschieben der Platte *S* durch Federn *a* nach innen gedrängt. Beim Verlassen der Federn *a* fassen die Oesen *L* über die Ansätze *e* der Plattenrahmen.

Fig. 3.

Zentrirendes Bohr- und Drehfutter. Von Max Vollstädt in Leipzig. Vom 17. März 1892. No. 66050. Kl. 49.

Die Klemmbacken *B* sind in den Nuten *N* eines gegen die Spannmutter *M* drehbaren Ringes *R* verschiebbar angeordnet, um die axiale Verschiebung der Backen in ihren Führungsschlitzen *S* beim Vor- und Rückwärtsdrehen der Mutter *M* auf dem Gewinde *G* geschehen zu lassen. Das Futter besitzt auch noch eine axiale Durchbohrung *J* des Kernstückes *K*, damit es auch bei Drehbänken mit hohler Spindel benutzt werden kann.

Kopirvorrichtung. Von Firma Collet & Engelhardt in Offenbach. Vom 8. Mai 1892. No. 66064. Kl. 49.

Die Bewegungen des Werkstückes *b* und des Werkzeuges *o* sind mittels der Schablone *d* in der Weise von einander abhängig gemacht, dass die Relativverschiebung zwischen Kopirstift *e* und Schablone *d* stets grösser wird als diejenige zwischen Werkzeug und Werkstück. Die Veränderung der Relativverschiebung zwischen Kopirstift und Schablone wird durch Einschaltung verschiedener Wechselräder *m l* zwischen die Supportspindeln *i* und *g* erzielt.

Verstellbarer Schraubenschlüssel. Von E. Liebing in Berlin. Vom 27. März 1892. No. 66620. Kl. 87.

Der Schraubenschlüssel mit parallel zu einander verstellbaren Backen mit je einer Greiffläche oder auch mehreren ist dadurch gekennzeichnet, dass nach dem vorläufigen Einstellen der Maulweite ein festes Einklemmen des Greifstückes dadurch zu Stande kommt, dass durch Niederdrücken des mit der einen Backe verbundenen gezahnten Hebels *D* gegen den mit der anderen Backe verbundenen Griff *B* stets eine Verschiebung dieser Backen gegen einander hin bewirkt wird, so dass der Schraubenschlüssel auch als Rohrzange und Feilkolben verwendet werden kann.

Gestell für eine *Camera lucida*. Von H. Eppers in Braunschweig. Vom 10. Februar 1892. No. 66541. Kl. 42.

Das Gestell erlaubt den Abstand zwischen Kamera *C* und Vorlagenhalter *B* einerseits und Kamera und Zeichenbrett *A* andererseits beliebig zu verändern und den Apparat während des Gebrauches zu stützen. Es besteht aus drei um eine gemeinschaftliche Axe drehbare Stäbe *b c d*, von denen der eine Stab drehbar mit dem Zeichenbrett, der andere Stab drehbar mit der Kamera und der dritte Stab drehbar mit dem Vorlagenhalter verbunden ist. Letzterer dient bei freihändigem Gebrauch als Stütze des Apparates.

Vorrichtung zum Messen und Sortiren verschiedener Körper. Von L. Löwe & Co. in Berlin. Vom 24. Januar 1892. No. 65903. Kl. 49.

Ein auf die zu messenden und zu sortirenden Körper aufgesetzter Messstempel *i* ist mit einem Fühlhebel *k* verbunden, welcher zwischen zwei elektrischen Kontakten *l* schwingt und dadurch einen Elektromagneten *m* veranlasst, verschiedene Behälter bezw. Abführungskanäle für die das normale Maass besitzenden Körper und für die Ausschussstücke zu öffnen oder zu schliessen.

Selbthätig verstellbarer Schraubenschlüssel. Von C. Magnard in Herstal. Vom 13. Mai 1892. No. 65854. Kl. 87.

Der selbthätig verstellbare Schraubenschlüssel ist gekennzeichnet durch die auf dem Schlüsselstiel *B* von passendem Querschnitt mittels entsprechend gestellter Hülse von gleicher Bohrung lose gleitende Unterbacke *C*.

Vertikaler Abstech- und Façonsupport. Von F. Stolzenberg & Cie in Berlin. Vom 5. Mai 1892. No. 65957. Kl. 49.

Der Support besteht aus einem Bock *g* mit der Prismenführung *f* und den verstellbaren Anschlägen *a* und *d*. In dem Arme *h* dieses Bockes sind zwei Hebel *k* und *o* drehbar gelagert, von welchen der Hebel *o* durch Verzahnungen *m* oder mittels einer Gelenkstange mit dem auf dem Prisma *f* verschiebbaren Schlitten *c* verbunden ist. Durch Bewegung des Hebels *k* geht der Schlittten *c* auf und nieder und stösst dabei an die Anschläge *a* und *d* an, um den Hub der bei *l* befestigten Werkzeuge *i* zu begrenzen.

Verfahren zur Verbindung der Kohlenbügel von Glühlampen mit den Zuleitungsdrähten. Von Demetrius von Mito in Berlin. Vom 9. Dezember 1891. No. 66178. Kl. 21.

Am Boden der Glasglocke *a* angebrachte geschlossene Glasnäpfchen *r r* werden nach Einschmelzung eines nach aussen und innen frei vorstehenden Platindrähtchens *p* im Innern mit einer Metalllegirung gefüllt.

In die durch Erhitzen flüssig gemachte Legirung wird der eigentliche Kohlenträger *b* eingetaucht, so dass letzterer nach Erstarren der Legirung befestigt ist. An der Aussenseite wird das Glasnäpfchen durch eine ebenfalls mit Metalllegirung gefüllte Blechkapsel *s* verhüllt. In die Kapseln *s* wird der Weiterleitungsdraht *w* eingehängt und durch Erstarren der Legirung festgehalten.

Vorrichtung zur Dreitheilung von Winkeln. Von E. Eckhardt in Bad Homburg. Vom 8. April 1892. No. 66217. Kl. 42.

Die Vorrichtung zur Dreitheilung von Winkeln besteht aus zwei winkelartigen Stabverbindungen ABC und BCD (Fig. 1) mit gleich langen Schenkeln, von welchen der Schenkel BC beiden gemeinsam ist und der Schenkel AB am Punkt A geradlinig in der Verlängerung des Schenkels CD geführt wird. Sie wird in folgender Weise gehandhabt (Fig. 2): Es sei der Winkel EFG in drei gleiche Theile zu zerlegen. Zunächst wird die Länge des Schenkels a des Zirkels auf dem Schenkel EF abgetragen. Durch den Endpunkt H wird dann eine Parallele zu FG gezogen. Hierauf werden die Spitzen xy in F bezw. H eingesetzt, und dann wird mit dem beweglichen Schenkel c durch z eine Kurve beschrieben; diese Kurve schneidet die Parallele in J. Der Punkt J wird mit F verbunden und auf dieser Verbindungslinie die Länge des Schenkels CD abgetragen. Wird der hierbei erhaltene Punkt K mit H verbunden, so erzielt man ein genaues Bild des Zirkels, da die Theile FH, HK, KJ vollständig den Schenkeln AB, BC und CD des Zirkels entsprechen. Der bei dieser Konstruktion erhaltene Winkel JFG ist, wie Fig. 2 leicht erkennen lässt, $^1/_3$ des Winkels EFG.

Fig. 1.

Fig. 2.

Selbthätiger Taster für Werkzeugmaschinen mit Support. Von A. Miebach in Erfurt. Vom 17. April 1892. No. 66220. Kl. 42.

An dem unteren, die Längsbewegung ausführenden Supportschlitten p ist das Gestell n des Tasterapparats durch Schrauben, Laschen oder in anderer geeigneter Weise befestigt, während mit dem sich gegen das Drehstück oder Bohrstück bewegenden Stichelschlitten w eine Druckstange v stellbar verbunden ist. Diese Stange wirkt mittels der Gleitstange k und geeigneter Hebelübertragung f auf den Zeiger des Tasterapparates, der bei a auf einer Skale spielt. Wenn nun beispielsweise ein Gegenstand um ein bestimmtes Maass, z. B. 4 *mm*, in seinem Durchmesser verringert werden soll, so wird die Druckstange v derart eingestellt, dass der Zeiger um dieses Maass von dem Nullpunkt der Skale a entfernt liegt, während der Stichel dicht an dem Drehstück liegt. Die Druckstange wird sodann festgestellt. Alsdann bewegt beim Abdrehen u. s. w. der Stichelschlitten den Zeiger, so dass jeder Zeit an der Skale a erkennbar ist, um welchen Betrag das Werkstück noch zu dick ist. Am Nullpunkt der Skale a kann ein Anschlagstift angebracht werden, der die Bewegung des Zeigers und des Stichelschlittens hemmt, wenn das Maass erreicht ist.

Elektrizitätszähler mit auf Rückwärtsgang regulirtem, jedoch dagegen gesperrtem Differentialwerk. Von Prof. Dr. H. Aron in Berlin. Vom 3. Februar 1892. No. 66512. Kl. 21.

Auf der Welle a des Differentialwerkes sitzt eine Hülse, die ein Zahnrad b und den betreffenden Zeiger trägt. Ersteres setzt den Zeiger des obersten Zifferblattes in Bewegung. Das Rad b mit seiner Hülse soll auf der Welle a nur durch Reibung festgehalten werden. Auf der Axe des Triebes c sitzt ein Sperrrad d mit Klinke, das den Zweck hat, ein Rückwärtsgehen des Zeigerwerkes zu verhindern. Die messende Uhr wird derart einregulirt, dass sie täglich einige Schwingungen nachgeht; dann wird das Zeigerwerk, wenn der Zähler stromlos ist, durch obige Sperrvorrichtung festgehalten.

Für die Werkstatt.

Zentrirkopf nach Wenham. Mitgetheilt von Dr. H. Schröder in London.

Fig. 1 stellt den von Mr. F. H. Wenham konstruirten Zentrirkopf (Zentrirfutter) im Grundriss und Fig. 2 im Durchschnitt dar.

Dieser Zentrirkopf dient vorzugsweise dazu, Mikroskopsysteme zu zentriren, kann aber auch mit Vortheil zur Zentrirung aller Arten optischer Linsen oder zu ähnlichen Präzisionsarbeiten verwendet werden. Seine Einrichtung ist aus den Figuren 1 und 2 leicht ersichtlich; die vier Schrauben α dienen dazu, den inneren Theil desselben senkrecht zur Axe des Zentrirkopfes zu verschieben, ohne irgend welche Aenderung der Neigung des in das Gewinde γ (*Society-screw* der *R. Microscopial Society*) hineingeschraubten Mikroskopsystems zu bewirken. Zu diesem Zweck ist die Scheibe δ mit vier fazettenartigen Ansatzflächen bei ε versehen, woselbst die hiermit bezeichneten Segmente sowohl das Herausfallen der Scheibe δ, als auch gleichzeitig eine Drehung derselben um ihre Axe verhindern, was dadurch bewirkt wird, dass die vier Schrauben α in die Segmente ε mit ihren Spitzen eingesenkt sind. Nun ist ferner die Scheibe δ in ihrer Mitte nach einem Kugelsegment genau ausgedreht und geschliffen, in welchem sich der Theil γ, welcher das Gewinde trägt, genau bewegt, da dieser Theil einem Segmente derselben Kugel angehört. Der Theil γ wird nun durch die vier Schrauben β ständig in Berührung mit der Scheibe δ gehalten, und da die Löcher für die Schrauben β in dem Theil γ reichlich weit gebohrt sind, so vermag man durch ungleiches Anziehen derselben die Axe dieses Theiles nach allen Richtungen gegen die Axe des Stückes γ_1 zu neigen; da sich jedoch hierbei der Mittelpunkt der Kugel (von welcher δ und γ die Segmente tragen) nicht verschiebt, so sind die Neigungsänderungen unabhängig von der Verschiebung. Es sind also auf diesem einfachen Wege beide Arten der Bewegung, welche zu einer Zentrirung im Raum nöthig sind, getrennt, was zu einem schnellen und sichern Arbeiten erforderlich ist. In der Regel ist es (für diesen Spezialzweck) vortheilhaft, auch bei γ_1 das Gewinde aufzuschneiden, um den Zentrirkopf erforderlichenfalls zwischen dem Drehbankfutter und dem zu zentrirenden Mikroskopsystem einschalten zu können. Die Vortheile, welche dieser Zentrirkopf gegenüber dem in Prechtel's *Dioptrik* beschriebenen Fraunhofer'schen hat, sind leicht ersichtlich. Besonders unangenehm ist beim Fraunhofer'schen, dass die Neigung (die nur durch Zug- und Druckschrauben bewirkt wird) mit einer beträchtlichen Seitenverschiebung verbunden ist, wodurch man die Verschiebungskorrektion stört. Ausserdem ist die Festigkeit beim Fraunhofer'schen sehr gering, da der obere Theil keine Einlage in einer Kugelschale besitzt, sondern nur frei durch die drei Zugschrauben gehalten wird, welche, wenn sie nicht sehr stark schlottern, bei starker Neigung dem Abbrechen ausgesetzt sind. Ich erinnere mich noch, dass ich gar nicht selten aus diesem Grunde in der Werkstatt von Meyerstein die Zugschrauben abbrach und daher neue herstellen musste. Herr Seidel hat mir kürzlich ein schönes Exemplar dieses Wenham'schen Zentrirkopfes (ganz aus Stahl) hergestellt.

Fig. 1.

Fig. 2.

Zentrirkopf nach Seidel für grössere Linsen. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Im Anschluss an den eben beschriebenen Wenham'schen Zentrirkopf möge eine andere Anordnung erläutert werden, die Herr Mechaniker Seidel-Berlin bei einer grösseren Schleif- und Polirmaschine angewendet hat. Bei der Konstruktion ist das Bestreben zu erkennen, neben

möglichster Kompendiosität grösste Sicherheit zu erlangen. Die Figur zeigt den Zentrirkopf in $^1/_3$ der natürlichen Grösse.

Der in der Form eines Drehbankfutters gehaltene Hauptkörper *A* lässt sich mit einem Gewinde auf die Spindel der Polirmaschine schrauben; bei *x* trägt er eine ebene laufende Fläche, auf welcher sich das Kugellager *B* mittels vier in *A* sitzender Schrauben *s*, deren Enden abgerundet sind, rechtwinklig zur Axe verschieben lässt; ein durch acht versenkte (in der Figur punktirte) Schrauben *r* gehaltener Ring *C* drückt *B* federnd gegen den Ansatz *x*. Die Schrauben wirken gegen keilförmig zur Verschiebungsebene liegende Flächen und verhindern dadurch ein Aufsteigen von *B*. Der untere Rand von *B* ist zur Aufnahme von vier Stellschrauben *t* soweit verstärkt, dass er sich eben durch die obere Oeffnung von *A* durchstecken lässt; diese Schrauben ragen durch Langlöcher aus dem Hauptkörper *A* hervor und können von aussen mittels Schlüssel bewegt werden; sie dienen zur Neigung eines Kugelkörpers *D*, der in der Kugelschale von *B* liegt und in derselben durch den Kugellagerdeckel B_1 gehalten wird. Sechs flachköpfige, eingesenkte Anzug-Schrauben *u* drücken mit Hilfe untergelegter Glockenfedern B_1 gegen *B*, sodass *D* in seiner Lage verharrt, selbst wenn sämmtliche Stellschrauben gelöst sind. Zum Schutz gegen seitlich wirkenden Zwang auf die Kugel ist der Deckel auf ein kurzes Stück zylindrisch in *B* eingepasst. Das Kugelstück *D* trägt an seinem unteren Ende wiederum schräge Flächen, gegen welche die Schrauben *t* wirken. In die konische Ausdrehung *E* des Kugelkörpers werden die gut passenden Zapfen der Schleifschalen eingesetzt, deren Nasen (Drehungssicherungen) bei *F* Platz finden; am Grunde von *E* sieht man eine Bohrung, durch welche die Luft beim Einsetzen der Schleifschalen entweichen kann. Zur Lösung etwa allzu festsitzender Schleifschalen ist im Ansatz des Kugelstückes *D* eine Druckschraube vorhanden, die indessen in der Figur nicht sichtbar ist.

Der Zentrirkopf gestattet eine Verstellung von 5 *mm* nach jeder Seite der zentrischen Lage. Er gehört, wie bereits erwähnt, zu einer grösseren Schleif- und Polirmaschine mit sehr vollkommener, automatischer, sich fortwährend etwas ändernder Schalenführung. Dieselbe ist in Folge einer günstigen Antriebvorrichtung selbst zum Schleifen von Gläsern bis zu 210 *mm* Durchmesser noch für Fussbetrieb geeignet; bei Gläsern von 230 *mm* Durchmesser dürfte die Grenze für Fussbetrieb erreicht sein.

Ankern-Klemmfutter. *Bayer. Industrie- u. Gewerbebl.* **25.** *S. 276. (1893).*

Die Firma E. Sonnenthal jr. Berlin C. 22 verkauft ein Ankern-Klemmfutter, welches in nebenstehender Figur dargestellt ist. Dieses Werkzeug ist nichts anderes als ein selbstzentrirendes Backenfutter, dem ein breiter runder Untersatz *U* angegossen ist, mit dem es auf dem Tische befestigt werden kann. Im Innern des Untersatzes ist zentrisch zum Backenfutter eine Kernerspitze *G* eingeschraubt; der Theil *A* trägt auf seiner oberen Stirnfläche eine Flächenspiralnut, in welche die Backen *C* mit passenden Zähnen eingreifen; diese wiederum sitzen in radialen Schlitzen eines mit Handhaben versehenen Ringes *E*, durch dessen Drehung auf *A* die Backen radial und gleichmässig verstellt werden. Die Schrauben *F* greifen in eine Ringnut des Theiles *A* und verhindern ein Aufsteigen des Ringes *E*.

Das Werkzeug erscheint recht brauchbar. *K. F.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch**.

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang. **November 1893.** Elftes Heft.

Ueber das Abbe-Fizeau'sche Dilatometer[1]).

Von

Dr. **C. Pulfrich** in Jena.

(Mittheilung aus der optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena).

(Fortsetzung von Seite 380.)

5) Der Erhitzungsapparat

endlich, ein Thermostat d'Arsonval'scher Konstruktion, hat im Wesentlichen die von Herrn Pensky in dieser Zeitschrift (*1890 S. 28*) beschriebene und abgebildete Form, mit einigen weiteren Aenderungen, die für den speziellen Zweck, dem der Apparat hier dienen soll, wünschenswerth erschienen. Ich habe den Apparat bei meinen Versuchen mit dem Dilatometer stets benutzt und ihn sehr praktisch im Gebrauch und zuverlässig in seiner Wirkungsweise gefunden. Wenn die Schwankungen der Zimmertemperatur und des Gasdruckes nicht allzugross sind, so ist man im Stande, die Temperatur stundenlang auf 0,1° C. konstant zu erhalten.

In seinen Haupttheilen besteht der d'Arsonval'sche Thermostat aus zwei in einander geschobenen, zylindrischen Hohlräumen, von denen der eine, innere, oben offen ist, und zur Aufnahme des zu erwärmenden Objektes bestimmt ist. Der äussere enthält die durch Gasflammen erwärmte und durch eine selbthätige Regulirungsvorrichtung auf konstanter Temperatur gehaltene Heizflüssigkeit.

In Figur 2 S. 372 ist oberhalb des Heizkessels *Th* noch ein zweites, kleineres Gefäss sichtbar. Dasselbe steht mit dem Heizkessel durch einen Rohrstutzen in Verbindung und ist zur Aufnahme der bei der Erwärmung aus dem Heizkessel austretenden Flüssigkeit bestimmt. Letztere fliesst bei der Abkühlung sofort wieder in den Kessel zurück, so dass dieser immer vollständig gefüllt bleibt. Die Verbindung zwischen Reservoir und Kessel kann durch Umlegen eines Hahnes nach Belieben unterbrochen und wiederhergestellt werden. Damit ferner keine Luftblasen im Heizkessel sich ansammeln können, ist der Deckel desselben nach der Seite, wo sich der Rohrstutzen mit dem Reservegefäss befindet, schräg ansteigend gemacht. Aus demselben Grunde ist auch zu empfehlen, die Flüssigkeit vor dem erstmaligen Gebrauch des Apparates gehörig auszukochen.

Um den Heizkessel bequem füllen zu können, ist in den Deckel desselben eine besondere Oeffnung angebracht, durch welche die Einführung der Flüssigkeit mittels Trichter geschehen kann. Sobald der Kessel gefüllt ist, wird diese Oeffnung durch einen einschraubbaren Stöpsel, der mit einem gewöhnlichen Thermometer (T_2 in Fig. 2) versehen ist, geschlossen.

Die Regulirungsvorrichtung für die Gasflammen (ringförmiger Brenner)

[1]) Erweiterung der in dem Katalog über optische Messinstrumente von Carl Zeiss, Jena 1893, gegebenen Beschreibung des Apparates.

ist in Fig. 2 nicht sichtbar. Sie befindet sich auf der Rückseite des Thermostaten und ist im Wesentlichen dieselbe, wie sie von Pensky (a. a. O.) angegeben ist. Sie besteht aus einem mit dem Kessel *Th* verbundenen Ansatzstück mit darin eingeschlossener Kapsel, welche auf ihrer dem Kessel zugewandten Fläche einen Vertikalschlitz trägt, durch den das Gas hindurch treten muss, ehe es zum Brenner gelangt. Der Kapsel gegenüber ist in die äussere Wand des Kessels *Th* eine Gummimembran eingesetzt, welche sich unter dem Einfluss des von der Flüssigkeit ausgeübten Druckes mehr oder weniger gegen den Schlitz anlegt. Einem vollständigen Erlöschen der Flammen ist durch eine kleine Oeffnung in der Kapsel vorgebeugt. Will man nun den Thermostaten für eine höhere Temperatur in Funktion setzen, so ist die in ihrem Abstand von der Gummimembran verstellbare Kapsel jener, sobald die gewünschte Temperatur in dem äusseren Gefäss nahezu erreicht ist, soweit zu nähern, dass die Flammen stark verkleinert erscheinen. Das Vorschieben der Kapsel kann ohne Gefahr einer Beschädigung der Membran geschehen, da ein Anschlag ein zu weites Vorschieben verhindert. Hierauf wird durch Umlegen des Hahnes die im Heizkessel enthaltene Flüssigkeit nach aussen völlig abgeschlossen und nun der Apparat sich selbst überlassen. Will man zu einer niederen Temperatur zurückkehren, so muss man natürlich den Hahn zum Reservegefäss vorher öffnen, ehe man die Flammen löscht.

Für die Mehrzahl der Fälle wird die Anwendung von Wasser als Heizflüssigkeit völlig ausreichend sein. Es gelingt leicht, noch bei Temperaturen von 95° C. die Temperatur stundenlang auf 0,1° C. konstant zu erhalten. Bei der Konstruktion des Thermostaten ist aber darauf Bedacht genommen, dass man denselben auch noch für Temperaturen weit oberhalb 100° benutzen kann. Zu dem Ende sind an dem Heizkessel alle Löthstellen vermieden. Die sämmtlichen Theile sind unter sich verschraubt und durch einen bei hoher Temperatur getrockneten Leinöl-Mennige-Kitt verdichtet. Ich habe gefunden, dass, wenn man Leinöl als Heizflüssigkeit anwendet, und die Gummimembran durch eine dünne Stahlblechmembran ersetzt, der Thermostat bis zu Temperaturen von 200 bis 250° C. fast ebenso sicher funktionirt wie für Temperaturen unter 100° bei Anwendung von Wasser. Noch zu bemerken ist, dass ich auch den inneren Hohlraum mit Wasser oder Leinöl angefüllt habe. Ich habe gefunden, dass für unsere Zwecke die Anwendung eines Flüssigkeitsbades für das Gehäuse *G* vortheilhafter ist als die Anwendung eines Luftbades.

Zum Heben und Senken des Thermostaten dient die aus Fig. 2 ersichtliche Vorrichtung, welche einer näheren Beschreibung nicht bedarf. Sobald das Tischchen in das Gehäuse *G* eingeführt ist (vergl. S. 378), wird der Heizkessel durch Drehen an der Kurbel *K* so weit in die Höhe gehoben, dass das Gehäuse möglichst tief in den inneren Zylinderraum eintaucht. Der in das Zahnrad einspringende Sperrhaken hält den Kessel in der gewünschten Höhe fest. Natürlich muss eine direkte Berührung des Gehäuses *G* mit dem Heizgefäss zur Vermeidung der Uebertragung von Erschütterungen vermieden werden.

Gleichzeitig mit dem Gehäuse *G* taucht auch das unmittelbar neben der Porzellanröhre herabhängende Thermometer T_1 (Fig. 2) in das Flüssigkeitsbad des inneren Gefässes ein. Dieses Thermometer, dessen Quecksilbergefäss sich in gleicher Höhe mit dem Gehäuse *G* befindet, dient zur eigentlichen Temperaturbestimmung für den Interferenzapparat. In Anbetracht der früher erwähnten Schutzvorrichtungen (vergl. S. 375) können die Angaben des Thermometers als

identisch mit der im Innern des Gehäuses *G* herrschenden Temperatur angesehen werden. Die Berücksichtigung der Temperatur des herausragenden Fadens geschieht in der üblichen Weise (Befestigung eines zweiten, kleineren Thermometers an T_1). Ein Eindringen der Flüssigkeit in das Gehäuse ist kaum zu befürchten, wenn man nur dafür Sorge trägt, dass die Bodenplatte *B* (Fig. 3) einigermaassen fest angezogen ist (vergl. S. 378).

Es ist natürlich nicht zu vermeiden, dass sich bei länger andauernder Erwärmung auch der Beobachtungsapparat, insbesondere das untere der beiden Prismen etwas miterwärmt. Aber die Erwärmung ist nicht so gross, dass daraus irgend ein Nachtheil für den Apparat oder für die Beobachtung entstehen könnte. Gegen Wärmeleitung gewährt das Porzellanrohr genügenden Schutz und zum Schutze gegen Wärmestrahlung ist der Kessel *Th* sowie das Reservegefäss ringsum mit einer dicken Lage von Asbestpappe überzogen. Desgleichen dienen zwei, ebenfalls mit Asbestpappe überzogene, halbkreisförmige dicke Metallplatten, mit den erforderlichen Ausschnitten für die Porzellanröhre *R* und das Thermometer T_1, zum Abschluss des inneren Gefässes nach oben. Die einzige Störung, die sich zuweilen bemerkbar macht, ist der Umstand, dass sich an den Prismenflächen zu Anfang der Erwärmung leicht Wasserdampf niederschlägt. Dieser Niederschlag lässt sich aber durch Wegblasen bequem wieder entfernen. Um sein Entstehen zu verhindern, empfiehlt es sich, den oberen Theil der Röhre mit einem Tuch einzuhüllen, welches die aus den Ritzen zwischen den beiden Platten aufsteigenden Dämpfe in sich aufnimmt. Ich habe daher von einem besonderen Kühlapparat für den oberen Theil der Porzellanröhre vollständig Abstand nehmen können.

Der beschriebene Heizapparat macht keinen Anspruch darauf, auch für Temperaturen von 0° und unterhalb 0° verwendbar zu sein. Für solche niedere Temperaturen bedarf es der Anwendung besonderer Abkühlungseinrichtungen (Gefäss mit schmelzendem Schnee, mit verflüssigten Gasen u. s. w.). Ihrer Benutzung steht natürlich nichts im Wege. Ich sagte früher schon (S. 370), dass das Dilatometer nicht an eine bestimmte Form der Heizeinrichtung gebunden sei. Für höhere Temperaturen würde man also auch ein Siedegefäss zur Erreichung konstanter Temperaturen verwenden können. Der von mir benutzte Heizapparat hat nur den Vorzug, dass er für ein Temperaturintervall von etwa 75° C., welches für die Mehrzahl der vorkommenden Untersuchungen vollständig ausreicht, ein relativ sehr reinliches, bequemes und zugleich sicheres Arbeiten gestattet.

Ueber die bei meinen Beobachtungen gewählte Versuchsanordnung sei noch folgendes bemerkt. Das Dilatometer war in einem Keller von hinreichend konstanter Temperatur und frei von Erschütterungen aufgestellt. Nachdem den Abend vorher alles zur Messung vorbereitet war[1]), blieb der Apparat über Nacht sich selbst überlassen. Am nächsten Morgen wurde dann die erste Lagenbestimmung des Streifensystems vorgenommen. Die Temperatur war meist unverändert geblieben gegen den Abend vorher. Für die Dauer der Messung zeigte das Thermometer einen vollkommenen stationären Stand. Da die Beleuchtung des Beobachtungsraumes durch Glühlampen bewirkt wurde, so änderte sich während des Aufenthalts — die ganze Messung nahm nicht länger als $^1/_4$ Stunde in Anspruch — die Temperatur des Beobachtungsraumes nur sehr wenig. Gegen

[1]) Vor Einführung des Tischchens in das Gehäuse wurde auf die Bodenplatte *B* ein mit einigen Stücken Chlorkalcium gefülltes kleines Gefäss gestellt, wodurch der Raum, in dem sich das Tischchen befand, vollständig trocken erhalten blieb.

solche Schwankungen der Temperatur der Umgebung bot der Thermostat genügenden Schutz; dieselben blieben auf den Interferenzapparat ganz ohne Einfluss. Hierauf wurden die Flammen des Gasbrenners angezündet, der Thermostat bei einer Temperatur von 90 bis 95° eingestellt und nun der Apparat mehrere Stunden sich selbst überlassen. Meist war dann schon nach einer Stunde die Temperatur konstant geworden und auch das Streifensystem zur Ruhe gekommen. Gegen Mittag erfolgte die zweite Lagenbestimmung des Streifensystems. Hierauf wurde der Heizapparat sofort wieder ausser Thätigkeit gesetzt, d. h. es wurde der Hahn zum Reservegefäss vorsichtig geöffnet und die Flammen gelöscht. Im Laufe des nächsten Tages wurde nochmals eine Ablesung bei Zimmertemperatur vorgenommen. Auf diese Weise konnte eine Beobachtungsreihe (Erwärmung und Abkühlung) bequem in zwei Tagen erledigt werden. Meist wurde gleich hinterher der Apparat für eine neue Versuchsreihe vorgerichtet.

IV. Das Verfahren bei der Messung und die Berechnung der Beobachtungsresultate.

1. Anwendung bestimmter Spektralfarben; Sichtbarkeit der Interferenzstreifen; Hilfsapparat.

Im Allgemeinen ist es für die Lösung unserer Aufgabe, wie aus den weiter unten angeführten Gründen ersichtlich ist, nicht nothwendig, dass man die Messung auf mehr als drei verschiedene Spektralfarben ausdehnt. In manchen Fällen wird man sich sogar schon mit zwei Spektralfarben begnügen können.

Es fragt sich zunächst, welche Art der Beleuchtung für das Dilatometer den Vorzug verdient, ob Flammenspektren oder das Licht Geissler'scher Röhren. Gegen die Benutzung von Flammenspektren sprechen mancherlei Gründe. Von den drei Flammenspektren, die für unsere Zwecke überhaupt in Frage kommen können, den bekannten Spektrallinien der Natrium-, Lithium- und Thallium-Salze, sind die Spektren der beiden letztgenannten Salze deshalb wenig geeignet, weil der Herstellung eines hinreichend hellen und hinreichend andauernden Flammenspektrums erhebliche praktische Schwierigkeiten im Wege stehen. Die Natriumflamme giebt zwar in dieser Hinsicht keinen Grund zur Klage, doch wirkt hier wieder der Umstand störend, dass für grössere Dicken der Luftschicht sowohl eine genaue Regulirung der Dicke der Luftschicht (Berücksichtigung der unter dem Namen des Fizeau'schen Phänomens bekannten Erscheinung der Periodenbildung) als auch eine genaue Regulirung der Strahlungsenergie der Natriumflamme nothwendig wird. Vor allem aber spricht gegen die Benutzung von Flammenspektren überhaupt der Umstand, dass man die Regulirung des Strahlenganges bei weitem nicht so gut in der Hand hat, wie bei Anwendung Geissler'scher Röhren. Insbesondere wird es sich beim Uebergang von einer Farbe zur anderen schwer erreichen lassen, dass das Maximum der Helligkeit für alle Farben immer an die gleiche Stelle der hinter dem Beleuchtungsprisma p befindlichen Oeffnung zu liegen kommt. Eine solche Verrückung der Helligkeitsverhältnisse innerhalb der Oeffnung ruft aber sofort Verschiedenheiten in Bezug auf die Richtung der auf den Interferenzapparat auffallenden Strahlen hervor, die sich durch eine die Genauigkeit der mikrometrischen Messung weit überschreitende und bei grösseren Gangunterschieden direkt in die Augen springende Verschiebung der Interferenzstreifen bemerkbar machen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei Anwendung des Lichtes Geissler'scher

Röhren mit longitudinaler Durchsicht. Nicht allein lässt sich jetzt der Strahlengang durch Einstellung der Röhre vor der Beleuchtungslinse (vgl. S. 373) auf das sorfältigste reguliren, auch die Beleuchtung der Blendenöffnung hinter dem Reflexionsprisma p (Fig. 3) ist, wenn man dafür Sorge trägt, dass die einmal eingestellte Röhre sowohl beim Uebergang von einer Farbe zur anderen als auch beim Uebergang von einer Temperatur zur anderen keine Aenderung in ihrer Einstellung erleidet, in allen Fällen eine gleichartige, und die oben erwähnten Verschiebungen der Interferenzstreifen bleiben jetzt so gut wie vollständig ausgeschlossen [1]; man wird daher von vornherein der Anwendung des Lichtes Geissler'scher Röhren den Vorzug vor der Anwendung von Flammenspektren geben müssen. Ein nicht zu unterschätzender Vortheil ist auch der, dass die Temperatur des Beobachtungsraumes jetzt nicht mehr dem störenden Einfluss des Beleuchtungsapparates ausgesetzt ist.

Eine zweite Frage ist die, welcher Art die Füllung der Röhre sein muss, damit letzere die genügende Anzahl von brauchbaren Spektrallinien zu liefern im Stande ist. Da, wie anfangs erwähnt wurde, mehr als drei verschiedene Spektralfarben für die Lösung unserer Aufgabe nicht erforderlich sind, so ist der nächstliegende Gedanke der, dass man das Wasserstoffspektrum, welches aus den bekannten drei Linien H_α, H_β und H_γ besteht, für unsere Zwecke zu verwerthen sucht. Von diesen drei Linien muss aber die dritte, H_γ, von vornherein als unbrauchbar bezeichnet werden, da die Beobachtung von Interferenzstreifen in jener Spektralregion mit allzugrossen praktischen Schwierigkeiten verbunden ist. Auch die beiden anderen Spektrallinien erfüllen die Bedingungen, die man an die Sichtbarkeit der Interferenzstreifen stellen muss, nur bis zu einem gewissen Grade (vgl. weiter unten). Solange die Dicke der Luftschicht gering ist, also in all den Fällen, wo man es mit relativen Messungen zu thun hat, sind die bezüglichen Interferenzstreifen sehr gut sichtbar, so dass man mit grösster Genauigkeit die Einstellung des Doppelfadens auf einen Streifen vornehmen kann. Ich habe daher für diesen Theil unserer Aufgabe, wie aus den Erörterungen des nächstfolgenden Paragraphen zu ersehen ist, die beiden Wasserstofflinien H_α und H_β in regelrechten Gebrauch genommen. Für den anderen Theil unserer Aufgabe dagegen, die Bestimmung der Längsausdehnung der drei Schrauben auf direktem Wege, wo es also auf relativ sehr grosse Gangunterschiede ankommt, sind die beiden Wasserstofflinien so gut wie unbrauchbar; oder man müsste sich mit einer Schraubenlänge von weniger als 4 *mm* begnügen. Es ist aber aus mehrfachen Gründen rathsam, die Untersuchung der drei Schrauben wenigstens ungefähr bei derselben Schraubenlänge (etwa 10 *mm*) vorzunehmen, bei welcher auch die Untersuchung des Objektes vorgenommen wird.

Es fehlen uns somit noch zwei Spektrallinien, die so beschaffen sein müssen, dass man mit ihrer Hilfe noch bei der verlangten Dicke von 10 *mm* deutlich wahrnehmbare Interferenzstreifen zu erzeugen vermag. Die eine dieser beiden Linien kann gleichzeitig neben den beiden Wasserstofflinien für die relativen Messungen Verwendung finden. Für die direkte Bestimmung der Ausdehnung der drei Schrauben genügen zwei Linien vollkommen. Zur Noth würde man auch schon mit einer einzigen Linie auskommen.

[1] Dasselbe gilt auch von der hinter dem Prisma p befindlichen Irisblende. Auch diese muss — ganz besonders ist bei grösseren Gangunterschieden hierauf zu achten — für die ganze Dauer einer Versuchsreihe unverändert die einmal gewählte Einstellung beibehalten.

Unter den Körpern, deren Spektren aus Linien von der verlangten Eigenschaft bestehen, sind in erster Reihe die einatomigen Metalle Quecksilber, Kadmium und Zink zu nennen. Man hat nur nöthig, diese Körper in einer Vakuumröhre bis auf eine gewisse Temperatur zu erhitzen und die erzeugten Dämpfe durch einen Induktionsstrom zum Leuchten zu bringen. Man erhält dann für jeden der genannten Körper mehrere sehr helle Spektrallinien, die sämmtlich der gewünschten Anforderung genügen. Die Interferenzfähigkeit der meisten dieser Linien geht sogar so weit, dass man noch bei 100, ja 200 *mm* Dicke der Luftschicht [1]) das Vorhandensein von Interferenzstreifen nachzuweisen im Stande ist. Namentlich gilt dies für das Kadmiumspektrum, welches eine ganze Reihe solcher Spektrallinien aufzuweisen vermag. Die Schwierigkeit für Kadmium besteht nur in der Handhabung der Röhre, da man schon bis etwa 300° erwärmen muss, ehe die Linien zum Vorschein kommen. Noch schwieriger ist die Sache für Zink, welches man auf eine Temperatur erhitzen muss, die nahezu bei der Schmelztemperatur des Glases gelegen ist. Das Quecksilber allein bietet wegen der leichten Flüchtigkeit der Quecksilberdämpfe kaum eine nennenswerthe Schwierigkeit. Es genügt schon die Erwärmung mit einer Spiritusflamme (vgl. weiter unten), um die Röhre zum hellen Leuchten zu bringen. Die Erwärmung der Röhre kann somit ohne Gefahr einer Beschädigung der Röhre und des Beleuchtungsapparates erfolgen. Das Quecksilberspektrum besitzt zwei für unsere Zwecke verwendbare Spektrallinien, erstens eine einfache Linie im Grün von sehr grosser Helligkeit und zweitens eine Doppellinie im Gelb. Eine dritte Linie, nahe der violetten Wasserstofflinie gelegen, ist aus dem früher angeführten Grunde unbrauchbar.

Von den beiden genannten Quecksilberlinien in gelb und grün verdient die grüne Linie an erster Stelle Berücksichtigung. Abgesehen davon, dass bei Benutzung der gelben Doppellinie die Versuchsanordnung gewissen Bedingungen angepasst werden muss, auf die ich unten mit einigen Worten näher zurückkommen werde, besitzt die grüne Quecksilberlinie auch in anderer Hinsicht grosse Vorzüge. Das mit ihr erzeugte Streifensystem gewährt einen so überaus glänzenden und zugleich angenehmen Anblick, wie ihn kaum eine andere Spektrallinie in gleichem Maasse zu geben vermag. Die Einstellungsgenauigkeit ist daher auch für die grüne *Hg*-Linie stets am grössten.

Für beide Theile unserer Aufgabe ist somit hinreichend gesorgt. Für die absoluten Messungen genügt schon eine Röhre mit *Hg*, für die relativen Messungen muss die Röhre ausserdem verdünnten *H* enthalten. Im letzteren Falle kommen dann vortheilhaft die folgenden Linien zur Verwendung: *Hg* grün, H_α und H_β, oder wenn man die Messung auch hier auf zwei Farben beschränken kann, *Hg* grün und H_α. Die den vier Spektrallinien zugehörigen Wellenlängen, gerechnet in Tausendstel Millimeter und bezogen auf $\lambda_D = 0,5893$, sind:

H_α (*C*)	*Hg* gelb	*Hg* grün	H_β (*F*)
0,6562	0,5788 } Mittel 0,5778 0,5768 }	0,5460	0,4862

Die von mir benutzten Röhren waren von Herrn Glasbläser Haack in Jena nach Angabe des Herrn Dr. Riedel angefertigt.[2]) Die Füllung mit *H*

[1]) Man vergleiche die bezüglichen Untersuchungen von A. Michelson, *Phil. Mag.* **34**. *S.* 280. *1892.*

[2]) Solche mit *H* und *Hg*, oder auch nur mit *H* gefüllte Geissler'sche Röhren sind durch die Firma Carl Zeiss in Jena zum Preise von 10 Mark für jede einzelne Röhre zu beziehen.

(Druck 2 bis 3 *mm*) und einigen Tropfen *Hg* wurde von letzterem auf Grund langjähriger praktischer Erfahrung selbst besorgt. Diese für longitudinale Durchsicht bestimmten Röhren haben eine doppelt **T**-förmige Gestalt und besitzen Aluminiumspiralen als Elektroden. Sie zeigen bei gewöhnlicher Temperatur das Wasserstoffspektrum in ganz ausgezeichneter Reinheit und Helligkeit. So lange die Temperatur der Röhre nicht grösser ist als die Zimmertemperatur, wird das *H*-Spektrum durch das nur wenig hervortretende Quecksilberspektrum in keiner Weise nachtheilig beeinflusst. Um das Letztere gut sichtbar zu machen, erwärmt man den der Beleuchtungslinse abgewandten Theil der Röhre, in welchem das Quecksilber enthalten ist, mit einer Spiritusflamme, wobei es sich empfiehlt, die Kapillare vor dem Erwärmen des Quecksilbers etwas vorzuwärmen. Dieselbe füllt sich alsbald mit den in hellgrüner Farbe leuchtenden Quecksilberdämpfen an, das *H*-Spektrum tritt mehr und mehr zurück und macht dem *Hg*-Spektrum Platz. Nach dem Abkühlen kommt meist wieder von selbst das *H*-Spektrum zur Geltung, die Kapillare nimmt wieder die ursprüngliche röthliche Färbung an. Etwaige in dem kapillaren Theil der Röhre zurückgebliebene Quecksilberkügelchen machen sich durch den blossen Anblick sofort bemerkbar, sie lassen sich durch ein Erwärmen der Kapillare leicht austreiben. Das Erwärmen der Röhre und der Kapillare muss mit einiger Vorsicht gehandhabt werden, weil durch ein zu starkes Erhitzen leicht eine dauernde Schädigung des Leuchtvermögens der Röhre für *H*-Licht herbeigeführt wird.[1] Der blosse Anblick der Röhre entscheidet aber sofort darüber, wie weit man mit der Erwärmung gehen soll und es gelingt mit Hilfe der Spiritusflamme leicht, das richtige Maass einzuhalten. Ich habe solche mit *H* und *Hg* gefüllte Röhren mehr als zwei Jahre im Gebrauch, ohne dass eine erhebliche Schwächung ihres Leuchtvermögens beobachtet wurde.

Es war oben gesagt, dass die Anwendung der gelben Doppellinie des Quecksilbers an gewisse Versuchsbedingungen geknüpft sei. Ich will dieselben noch in Kürze darlegen. Die Doppellinie zeigt nämlich bei zunehmender Dicke der Luftschicht das bekannte Fizeau'sche Phänomen, ein abwechselndes

[1] Wird die Kapillare übermässig erhitzt, so leuchtet die erhitzte Stelle beim Hindurchleiten des Induktionsstromes in hell gelber Farbe. Dieses Aufleuchten verdankt seinen Ursprung den im Glase enthaltenen Natriumtheilchen, welche wahrscheinlich bei der Erhitzung aus dem Glase in geringen Mengen ausgeschieden werden. Das Leuchten hält auch nach Entfernen der Heizflamme eine geraume Zeit an.

Der Versuch ist in hohem Grade geeignet, die bekannte grosse Abhängigkeit der Sichtbarkeit der Interferenzstreifen für Natriumlicht von der Intensität der Lichtquelle zu demonstriren (vergl. die Angaben von Fizeau a. a. O.). So lange die erhitzte Stelle noch ein sehr helles Licht ausstrahlt, ist man bei einer Dicke der Luftschicht von 10 bis 20 *mm*, selbst wenn man der Irisblende eine sehr kleine Oeffnung giebt, kaum im Stande, Interferenzstreifen wahrzunehmen. Aber in dem Maasse, wie sich die Röhre abkühlt und das Leuchtvermögen abnimmt, kommen die Streifen immer mehr zum Vorschein, bis mit dem Erlöschen des Natriumlichtes auch die Streifen verschwinden. Der Umstand, dass die Kapillare zum Sitz der Natriumlichtquelle gemacht ist, macht die Versuchsbedingungen für das Zustandekommen der Interferenzstreifen zu den denkbar günstigsten, und nur daher kommt es, dass man bei dieser Anordnung das bekannte Periodenspiel, welches die Sichtbarkeit der Interferenzstreifen in Folge der Duplizität der Natriumlinie darbietet, bis zu viel grösseren Dicken der Luftschicht verfolgen kann als bei Verwendung einer mit Kochsalz gefärbten Flamme, wo von einer genauen Regulirung des Strahlenganges kaum die Rede sein kann. Ich habe das Verschwinden und Wiederauftreten der Interferenzstreifen bequem noch bei einer Dicke der Luftschicht von 20 *mm* beobachten können d. i. eine 70fache Wiederholung der Periode. Es liegt kein Bedürfniss vor, die Interferenzstreifen des *Na*-Lichtes zu Messzwecken zu verwenden, auch ist dies aus den oben angeführten Gründen nicht zu empfehlen.

Verschwinden und Wiedersichtbarwerden der Interferenzstreifen, genau in derselben Weise, wie es bei der Doppellinie des Natriumlichtes der Fall ist, nur in rascherer Aufeinanderfolge der einzelnen Perioden, denn der Abstand der beiden gelben Quecksilberlinien ist erheblich grösser (fast der vierfache), als der Abstand der beiden Natriumlinien. Ich habe die Periodenzahl genau zu bestimmen gesucht, und gefunden, dass, wenn die Dicke der Luftschicht ein beliebiges ganzes Vielfaches der Zahl 0,07924 *mm* beträgt, man die Streifen im Maximum ihrer Deutlichkeit erhält. Die Sichtbarkeit der Interferenzstreifen ist dann fast die gleiche wie für die grüne Quecksilberlinie. Mit Hilfe eines Dickenmessers, dessen Angaben nur auf $^1/_{100}$ *mm* genau zu sein brauchen und mit Hilfe der obigen Zahl dürfte es kaum eine Schwierigkeit verursachen, der Luftschicht die für das Zustandekommen der Streifen günstigste Dicke zu geben. Dass in Folge der Verschiebung des Streifensystems bei eintretender Temperaturänderung ein Undeutlichwerden der Streifen eintreten könne, ist kaum zu befürchten. Wie aus der im Folgenden mitgetheilten Uebersichtstabelle hervorgeht, beträgt für unsere Stahlschrauben und die dort angegebenen Versuchsbedingungen die Verschiebung des Streifensystems etwa 30 Streifen, während die Periode von einem Minimum zum nächstfolgenden etwa 300 Streifen umfasst, von denen vielleicht 100 für die Messung verwendbar sind.

Die gelbe Doppellinie des Quecksilbers kann aber auch in ihren beiden Komponenten zur Messung benutzt werden, und man hat dann für die direkte Bestimmung der Ausdehnung der drei Schrauben ausser der grünen noch zwei sehr nahe zusammen liegende Linien, also im ganzen drei Linien von verschiedener Wellenlänge zur Verfügung. Diese Art der Verwendung der gelben Doppellinie ist natürlich der oben genannten Einschränkung in Bezug auf die Dicke der Luftschicht nicht unterworfen.

Dass man es bei der gelben Quecksilberlinie mit einer Dopellinie zu thun hat, sieht man schon an dem Aussehen des Silberscheibchens. Statt eines einfachen, erscheinen zwei zum grossen Theil sich überdeckende Kreise. Sieht man genauer zu, so erkennt man, dass auch das Rechteck (vgl. Fig. 5 S. 380), gebildet von dem oberhalb des Interferenzapparates gelegenen Spalte *s*, aus zweien besteht, die sich zwar zum grössten Theil überdecken, aber doch an ihrem oberen und unteren Rande die Interferenzstreifen, welche jedem der beiden Rechtecke einzeln zukommen, deutlich erkennen lassen. Noch deutlicher wird das Bild (siehe nebenstehende Figur 6), wenn man den Spalt verengert, am besten soweit, dass der mittlere Theil, wo die Uebereinanderlagerung der beiden Rechtecke stattfindet, nur wenig breiter ist, als die Breite des oben und unten überstehenden Randes.[1])

Fig. 6.

[1]) Wenn man bei dieser Versuchsanordnung und unter Benutzung des weiter unten angeführten Hilfsapparates die Dicke der Luftschicht langsam vergrössert, so erhält man ein ausserordentlich instruktives Demonstrationsmittel für die Erscheinung der Periodizität, nicht allein deshalb, weil man alle Stadien der Erscheinung stetig am Auge vorüberführen kann — denn das kann man auch bei weit geöffnetem Spalt —, sondern namentlich deshalb, weil hier Ursache und Wirkung offenkundig und unmittelbar nebeneinander gelegen sind, insofern nämlich, als der mittlere Theil der beiden Rechtecke jedesmal die Bestätigung dessen giebt, was man aus der relativen Lage der Interferenzstreifen in dem oberen und unteren Felde für das Zusammenwirken der beiden Streifensysteme in der Mitte voraussagen kann. — Dieselbe Versuchsanordnung (sehr enger Spalt) auf das Licht der Natriumlinie angewandt ergab auch hier, namentlich bei geringeren Dicken der Luftschicht, deutliche Spuren der den einzelnen Spektrallinien zugehörigen Interferenzstreifen.

Um die Streifensysteme einzeln zur Messung zu verwenden, ist also nur nothwendig, dass die Deckglasplatte so gelegt werde, dass das Silberscheibchen in die Oeffnung des Spaltes zu liegen kommt. Es war früher die Absicht, durch Einschaltung eines für die D-Linie bezw. die Hg-Linie geradsichtigen Prismas von hoher Dispersion zwischen die beiden Prismen P_1 und P_2, die Doppellinien soweit zu trennen, dass die den Komponenten jener Doppellinien zugehörigen Streifensysteme gesondert beobachtet werden können. Von dieser immerhin etwas komplizirten Einrichtung konnte, wie aus Vorstehendem ersichtlich ist, Abstand genommen werden.

Zum Schluss komme ich noch einmal auf die Abhängigkeit der Sichtbarkeit der Interferenzstreifen für die von uns benutzten Spektrallinien von der Dicke der Luftschicht zurück. Ich habe, um mich über diesen Punkt und über die Grenzen der praktischen Verwendbarkeit der betreffenden Spektrallinien genügend informiren zu können, das Abbe'sche Dilatometer noch mit einem Hilfsapparat versehen, welcher ein bequemes Beobachten der Interferenzstreifen bei stetig zunehmender Dicke der Luftschicht (bis zu 20 *mm*) gestattet, und der in derselben Weise wie die Bodenplatte B (siehe Seite 378) dem Gehäuse G eingefügt werden kann. Dieser Hilfsapparat ist im Wesentlichen nichts anderes als eine Nachbildung des Fizeau'schen Interferenzapparates, nur mit dem Unterschiede, dass die Objektplatte (eine Glasplatte mit geschwärzter Bodenfläche) von aussen mit Hilfe einer Mikrometerschraube genau messbar und parallel mit sich selbst verschoben werden kann. Auf die Herstellung des Bewegungsmechanismus ist natürlich die grösste Sorgfalt verwandt worden, in Folge dessen die beständig am Auge vorüberziehenden Interferenzstreifen ihre Breite und Richtung nahezu unverändert beibehalten. Man kann so leicht, ohne dass im Uebrigen eine Aenderung der Anordnung (Beleuchtung u.s.w.) stattfindet, schnell von kleinen zu relativ sehr grossen Gangunterschieden übergehen und über die Sichtbarkeit der Interferenzstreifen bei geänderter Dicke der Luftschicht ein sicheres Urtheil gewinnen.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Fig. 7 graphisch zur Darstellung gebracht. Als Abszissen sind die Dicken der Luftschicht in *mm*, als Ordinaten die beobachtete Sichtbarkeit der Interferenzstreifen aufgetragen. Die punktirte Gerade soll die untere Grenze der praktischen Verwendbarkeit darstellen. Die Kurven machen keinen Anspruch auf absolute Giltigkeit, sie sollen nur ein ungefähres Bild des beobachteten Abfalls der Sichtbarkeit der Interferenzstreifen bei zunehmender Dicke der Luftschicht wiedergeben. Dass zum Beispiel die Kurve für Hg grün bei der Nullabszisse höher einsetzt als es die Kurve für H_α thut und diese wieder höher als die Kurve für H_β, soll nur bedeuten, dass die Sichtbarkeit für Hg grün erheblich grösser ist als die für H_α und diese wieder grösser als die Sichtbarkeit für H_β. Für unsere Zwecke genügen die Kurven vollständig, sofern man aus Fig. 7 ohne weiteres sagen kann, welche Dicke der Luftschicht und welche Spektrallinie für die Lösung der Aufgabe geeignet sind und welche nicht.

Fig. 7.

Der Verlauf der Kurven in Fig. 7 bietet auch in anderer Hinsicht einiges Interesse. Es ist in den letzten Jahren schon wiederholt von anderer Seite darauf hingewiesen worden[1]), dass man in dem Studium der Interferenzerscheinungen bei grossen Gangunterschieden ein ausserordentlich wichtiges **Hilfsmittel für spektroskopische Forschungen** besitzt, welches die Möglichkeit gewährt, über die Helligkeitsvertheilung innerhalb sehr schmaler Spektrallinien, wo die gewöhnlichen Hilfsmittel nicht ausreichen, bestimmte Schlussfolgerungen zu ziehen. Ganz besonders hat sich A. A. Michelson die Ausbildung dieser ausserordentlich interessanten Untersuchungsmethode angelegen sein lassen. Die von ihm untersuchten Sichtbarkeitskurven dehnen sich auf eine grosse Zahl von Spektrallinien aus und reichen bei einzelnen bis zu 200 *mm* Dicke der Luftschicht. Es ist hier nicht der Ort, auf diese Arbeiten und deren Resultate näher einzugehen, ich möchte nur noch bemerken, dass für die vier von mir untersuchten Spektrallinien und innerhalb des beobachteten Bereichs (0 bis 20 *mm*) für die Dicke der Luftschicht, die von mir gefundenen Sichtbarkeitskurven, im Grossen und Ganzen wenigstens, in Uebereinstimmung mit den Michelson'schen Angaben sich befinden.

Von den vier untersuchten Spektrallinien zeigt nur die blaue H-Linie einen ununterbrochen, gleichmässigen Abfall der Sichtbarkeitskurve. Bei einer Dicke der Luftschicht grösser als 5 bis 6 *mm* ist auch nicht die Spur mehr von Interferenzstreifen zu beobachten. Anders ist es mit der rothen Wasserstofflinie. Die Sichtbarkeit der Streifen nimmt gleichmässig ab, bis zu einer Dicke der Luftschicht von etwa 8 *mm*, und nimmt von hier an bei weiterer Zunahme der Dicke der Luftschicht wieder zu. Es folgt dann ein Maximum der Sichtbarkeit bei etwa 12 *mm* und hierauf sinkt dieselbe sehr schnell auf den Werth Null herab. Für Dicken grösser als 16 *mm* ist auch hier jede Spur von Interferenzstreifen verschwunden[2]). Auch die grüne Quecksilberlinie zeigte innerhalb des von mir untersuchten Bereiches für die Dicke der Luftschicht ein Minimum der Sichtbarkeit mit darauffolgendem Maximum.

Ausserordentlich instruktiv gestaltete sich die Untersuchung der **Sichtbarkeit der Interferenzstreifen für die beiden gelben Quecksilberlinien.** Diese Untersuchung geschah bei eng gestelltem Spalte (vgl. Fig. 6 S. 408). Die Resultate sind folgende. So lange die Dicke der Luftschicht klein ist, scheinen die Interferenzstreifen in dem oberen und unteren Theile des Rechtecks angenähert von gleicher Sichtbarkeit zu sein. Die Felder liegen so nahe beisammen, dass der blosse Anblick sofort hierüber entscheidet, aber auch aus dem vollständigen Verschwinden der Interferenzstreifen in dem mittleren Rechteck, wenn man auf das Minimum des Periodenspieles einstellt, kann man schliessen, dass die beiden

[1]) H. Ebert, *Wied. Ann.* **34.** *S. 39, 1888; Wied. Ann.* **43.** *S. 790, 1891*; A. A. Michelson, *Phil. Mag.* **31.** *338, 1891; Phil. Mag.* **34.** *S. 280, 1892;* Michelson und Morley, *Am. Journ. of Science.* **34.** *S. 430, 1887.*

[2]) Durch diese Versuche erfahren die von Herrn Ebert über den Verlauf der Sichtbarkeitskurve für H_α gemachten Angaben, (*a. a. O. 1891 S. 792*) gegenüber den früheren der Herren Michelson und Morley ihre volle Bestätigung. Insbesondere kann ich der Angabe von Ebert, dass das Minimum der Sichtbarkeit nicht bei 5 *mm*, wie Michelson angegeben hatte, sondern bei 8 *mm* gelegen ist, nur beipflichten. Mit unserer Kurve in Fig 7 scheint in der That das Verhalten der rothen H-Linie richtig gekennzeichnet zu sein. Die von Michelson in seiner späteren Arbeit (*a. a. O. 1892. Taf. V. Fig. 3*) mitgetheilte Kurve zeigt mit unserer obigen einen fast identischen Verlauf. Leider fehlt an dieser Stelle der Michelson'schen Arbeit jeder Hinweis auf die frühere Meinungsverschiedenheit mit Ebert.

Streifensysteme nahezu die gleiche Sichtbarkeit besitzen. Vergrössert man nun aber die Dicke der Luftschicht immer mehr, so nimmt man wahr, dass das obere Streifensystem (1 in Fig. 7) viel schneller an Sichtbarkeit abnimmt als das untere (2). In Uebereinstimmung damit ist auch die andere Beobachtung, dass beim Einstellen auf das Minimum der Periode für das mittlere Rechteck die Streifen jetzt nicht mehr verschwinden, und ferner, dass sie in geradliniger Verlängerung der Streifen des unteren Rechteckes liegen. Bei einer Dicke der Luftschicht von etwa 8 *mm* sind die Streifen oben und unten wieder gleich gut zu sehen und für die Mitte ist das Minimum gleich Null. Bei einer weiteren Vergrösserung der Dicke kehrt sich jetzt die Sache um; das obere Streifensystem wird besser sichtbar, in der Mitte erscheinen die Streifen wieder, sie liegen aber jetzt in der Verlängerung der Streifen des oberen Rechtecks. Bei 18 *mm* Dicke scheint wieder Gleichheit für die Sichtbarkeit beider Streifensysteme zu herrschen.

Schliesslich noch eine Bemerkung über die Beschaffenheit der planpolirten Metallfläche des Tischchens (vergl. S. 373), da von dieser die Sichtbarkeit der Interferenzstreifen in hohem Grade abhängt. Es ist bekannt, dass es für das Zustandekommen von Interferenzstreifen namentlich bei grösseren Gangunterschieden unbedingt nothwendig ist, die Reflexionsfähigkeit der beiden spiegelnden Flächen wenigstens angenähert auf gleicher Höhe zu halten. Oft ist der Grund für das Ausbleiben der Interferenzstreifen bei grossen Gangunterschieden nur der, dass die Reflexionsfähigkeit der einen Fläche die der anderen erheblich überschreitet. Es hat deshalb durchaus keinen Zweck, die Metallfläche des Tischchens bis zur höchsten Vollkommenheit auszupoliren. Weit vortheilhafter ist es, die Fläche nur so weit anzupoliren, dass sie ungefähr die Reflexionsfähigkeit des Glases für normalen Lichteinfall erreicht.[1]) Bei den von mir ausgeführten absoluten Messungen habe ich diesen kleinen Kunstgriff mit grossem Vortheil angewandt. Auch bei relativen Messungen, insbesondere bei Metallen, dürfte dieses Verfahren von Nutzen sein. Im Uebrigen vgl. S. 367.

2. Das mikrometrische Messverfahren.

Dasselbe hat es nur mit der Ausmessung des linearen Abstandes zweier benachbarter Streifen, den wir kurz die Streifenbreite (b) nennen, und mit der Ausmessung des linearen Abstandes der Mitte des Silberscheibchens von der Mitte des nächst gelegenen Interferenzstreifens (SO in Fig. 8 S. 413) zu thun. Wenn man dann den Quotienten $\mathfrak{z} = SO/b$ bildet, so erhält man für die betreffende Spektralfarbe denjenigen Bruchtheil der halben Wellenlänge, um welchen sich die Dicke der Luftschicht unter dem Silberscheibchen von derjenigen Dicke unterscheidet, welche der Mitte des nächstgelegenen Interferenzstreifens zukommt.

Das Vorzeichen von $\mathfrak{z}$ richtet sich nach dem Vorzeichen von SO. Nach unseren obigen Festsetzungen ist der Luftkeil so angeordnet, dass die dünnste Stelle desselben, durch das Fernröhrchen F gesehen, links vom Silberscheibchen

[1]) Ein anderes Mittel, die beiden mit einander interferirenden Strahlenbündel auf gleiche Intensität zu bringen, dessen praktische Anwendung aber mit erheblich grösseren Schwierigkeiten verbunden ist, besteht darin, dass man die untere Seite der Deckglasplatte mit einem dünnen und hinreichend durchsichtigen Silberüberzug versieht. Dadurch wird die Menge des von der Glasfläche reflektirten Lichtes erhöht und gleichzeitig die Menge des von der auf Hochglanz polirten Metallfläche (wegen des zweimaligen Durchganges des Lichtes durch die Silberschicht) vermindert.

erscheint. Die Ordnungszahlen der Interferenzstreifen nehmen daher zu in der Reihenfolge der Streifen von links nach rechts. Befindet sich somit der nächstgelegene Interferenzstreifen links von O, so ist SO positiv zu rechnen, und negativ, wenn der nächstgelegene Streifen rechts von O gelegen ist. ε hat daher immer einen Werth, der zwischen $+ 1/2$ und $- 1/2$ liegt. Diese Fetsetzung halten wir für alle Farben und für alle Lagen des Scheibchens fest, unbekümmert darum, nach welcher Seite die Streifenverschiebung vor sich geht.

Da die Einstellung des Doppelfadens auf das Silberscheibchen im allgemeinen genauer ist als die Einstellung auf einen Interferenzstreifen, so wird man nicht bei den beiden dem Scheibchen rechts und links benachbarten Streifen stehen bleiben können, wenn man eine der Genauigkeit der Ortsbestimmung von O gleichwerthige für die Ortsbestimmung von S bezw. für die Streifenbreite b erzielen will. Man wird vielmehr die Einstellung des Doppelfadens an einer Reihe von Interferenzstreifen vornehmen und die sämmtlichen Einstellungen für die Ortsbestimmung von S bezw. für die Bestimmung von b zu verwerthen suchen. Auf welche Weise dies geschieht, ist nachstehend angegeben. Die Ortsbestimmung von S läuft somit auf eine Schwerpunktsbestimmung des zur Einstellung benutzten Streifensystems hinaus und es ist daher nothwendig, dass dieses aus einer ungeraden Anzahl (3, 5, 7) von symmetrisch zu S angeordneten Streifen besteht.

Prinzipiell lässt sich gegen dieses Verfahren kaum etwas einwenden, da unserer Voraussetzung gemäss die Streifen in gleichen Abständen aufeinander folgen sollen, und dieser Forderung praktisch durch eine einigermaassen plane Objektfläche leicht nachgekommen werden kann. Selbst für den Fall, dass die Streifen nicht genau in gleichen Abständen sich befinden, bleibt die hieraus sich ergebende Ortsverschiedenheit des Schwerpunktes des Systems einerseits und der Mitte des mittleren Streifens andererseits für den eigentlichen Zweck des Verfahrens (Bestimmung des Betrags, um welchen sich das Streifensystem verschiebt,) so gut wie ohne Einfluss auf das Resultat, da derselbe Fehler, welcher bei der einen Temperatur begangen wird, in gleicher Grösse und mit gleichem Vorzeichen auch bei der anderen Temperatur wiederkehrt und daher aus dem Resultat herausfällt.

Die Versuchsanordnung (Streifenbreite und Zahl der zur Messung benutzten Streifen) richtet sich ganz nach der Sichtbarkeit der Interferenzstreifen. Ist diese gross, so kann man die Streifenbreite schon ziemlich gross (200 bis 300 Trommeltheile) wählen, ohne dass die Einstellungsgenauigkeit eine erhebliche Einbusse erleidet, und man kommt dann schon mit 3 Streifen vollständig aus. Bei einer Streifenbreite von nur 100 Trommeltheilen empfiehlt es sich, die Messung auf fünf Streifen auszudehnen; es ist das auch nicht viel mehr Arbeit und das Rechenverfahren ist gleich einfach wie bei drei Streifen. Ist aber die Sichtbarkeit der Streifen gering, so wird man die Streifenbreite stets so klein wie möglich wählen. Das Streifensystem ist dann unter sonst gleichen Umständen viel deutlicher beobachtbar und die Einstellung lässt sich relativ leicht bewerkstelligen. Dieser Umstand ist für die Beobachtung bei grossen Gangunterschieden von grosser Wichtigkeit. Um in solchem Falle die Streifenbreite mit der wünschenswerthen Genauigkeit zu erhalten, wird man die Beobachtung wohl niemals auf weniger als fünf Streifen beschränken dürfen. Die Anwendung von mehr als fünf Streifen kann aber auch nicht empfohlen werden, eher ist anzurathen, die Auswahl der fünf Streifen anders zu treffen, derart nämlich, dass man beim Uebergang von einem Streifen zum andern jedesmal einen Streifen überschlägt. Der mittels nachstehender Formel

berechnete Werth für b ist dann die doppelte Streifenbreite. In Bezug auf die Lage des Schwerpunktes S bleibt natürlich alles wie vorher.

In der nebenstehenden Fig. 8 sollen die vertikal und äquidistant gezogenen Geraden die Interferenzstreifen, der Kreis das Silberscheibchen darstellen. Die zur Einstellung bestimmten Streifen sind mit den Ziffern 1 bis 3 bezw. 1 bis 5 versehen. Der zweite bezw. dritte Streifen ist der dem Scheibchen nächstgelegene; da S links von O liegt, so ist δ positiv. Die Reihenfolge der Numerirung der Streifen entspricht der Zunahme der Ordnungszahlen und in Uebereinstimmung damit befindet sich natürlich auch die Bezifferung der Trommeltheilung der Mikrometerschraube.

Fig. 8.

Seien die Ablesungen der auf die einzelnen Streifen bewirkten Einstellungen der Reihe nach l_1, l_2, l_3 bezw. l_1 bis l_5, die Ablesung der auf das Silberscheibchen bewirkten Einstellung l_0, alle Werthe verstanden unter Anrechnung der ganzen Umdrehungen, die aber bei der Beobachtung selbst nicht notirt zu werden brauchen, sondern nachträglich beigefügt werden können, so erhält man unter Berücksichtigung der von einander unabhängigen Kombinationen für die Streifenbreite b in Trommeltheilen den Werth:

$$b = \tfrac{1}{2}(l_3 - l_1) \text{ bezw. } \tfrac{1}{6}(l_5 + l_4 - (l_2 + l_1)).$$

Desgleichen berechnet sich für den Ort des Schwerpunktes S die Ablesung, wie leicht ersichtlich:

$$l_s = \tfrac{1}{3}(l_1 + l_2 + l_3) \text{ bezw. } \tfrac{2}{10}(l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5),$$

woraus sich der Abstand SO, ebenfalls gerechnet in Trommeltheilen, ableitet zu:

$$SO = l_0 - l_s.$$

Hieraus lässt sich der Werth für den Quotienten δ sofort angeben.

Die nachstehenden Versuchsreihen (über die Versuchsanordnung vergl. S. 403) mögen im Einzelnen zur Illustration des Rechenverfahrens dienen. Die Beobachtung war auf die beiden Spektrallinien Hg grün und H_α beschränkt, für jede einzelne Spektralfarbe wurde das Streifensystem einmal von links nach rechts und dann von rechts nach links durchgemessen. Die Messung begann mit H_α, zum Schluss wurde meist noch eine Kontrolmessung mit H_α ausgeführt.

Untersuchung des Baryt-Borosilicat-Glases 121^{III} (alkalifrei).[1]

Dicke der Glasplatte $L = 9{,}903$; Dicke der Luftschicht $d = 0{,}079$; Länge der Schrauben 9,982 *mm*.

1. Beobachtungsreihe. $t = 12{,}67°$ C.

	H_α		Hg grün		H_α zur Kontrole
l_1	38	80	29	0	—
l_2	137	178	109	85	—
l_0	224,2	263,8	169,1	143,6	—
l_3	237	279	194	169	—
l_4	338	382	279	255	—
l_5	444	482	361	337	—
l_s	238,8	280,2	195,0	169,2	—
OS	— 14,6	— 16,4	— 25,9	— 25,6	—
b	101,2	101,0	84,2	84,3	—
δ	−0,144	−0,162	−0,309	−0,303	—

[1]) Die vollständige Berechnung dieser Versuchsreihe erfolgt weiter unten.

2. Beobachtungsreihe. $t = 89^\circ{,}78$ C.

	H_α		Hg grün		H_α zur Kontrole
l_1	90	15	84	38	81
l_2	191	115	169	123	180
l_3	295	216	249	205	284
l_0	$322{,}_0$	$245{,}_5$	$256{,}_4$	$211{,}_0$	$312{,}_5$
l_4	396	325	339	297	388
l_5	502	425	427	385	493
l_s	$294{,}_8$	$219{,}_2$	$253{,}_6$	$209{,}_6$	$285{,}_2$
OS	$27{,}_2$	$26{,}_3$	$2{,}_5$	$1{,}_4$	$27{,}_3$
b	$102{,}_8$	$103{,}_3$	$85{,}_5$	$86{,}_8$	$103{,}_3$
δ	$0{,}26_5$	$0{,}25_5$	$0{,}02_9$	$0{,}01_6$	$0{,}26_4$

3. Beobachtungsreihe. $t = 9^\circ{,}76$ C.

	H_α		Hg grün		H_α zur Kontrole
l_1	86	35	90	46	90
l_2	186	135	175	128	188
l_3	283	234	254	210	289
l_0	$312{,}_0$	$265{,}_8$	$261{,}_7$	$216{,}_0$	$318{,}_1$
l_4	378	335	336	296	386
l_5	485	436	425	381	490
l_s	$283{,}_6$	$235{,}_0$	$256{,}_0$	$212{,}_2$	$288{,}_6$
OS	$28{,}_4$	$30{,}_8$	$5{,}_7$	$3{,}_8$	$29{,}_5$
b	$98{,}_5$	$100{,}_2$	$82{,}_7$	$83{,}_8$	$99{,}_7$
δ	$0{,}28_8$	$0{,}30_7$	$0{,}06_0$	$0{,}04_5$	$0{,}29_6$

Die Tabelle enthält die für drei verschiedene Temperaturen gemachten Ablesungen $l_1 \ldots l_5$, wie sie direkt den Angaben der Mikrometerschraube entnommen waren. Bezüglich der Ablesungen ist noch zu bemerken, dass ich bei meinen Messungen anfangs eine Einrichtung benutzte, welche gestattete, vor jeder neuen Durchmessung des Streifensystems die Trommeltheilung beliebig zu verstellen. Daher kommt es, dass in den zusammengehörigen Vertikalkolumnen jedesmal ganz andere Zahlenwerthe vorkommen. Später habe ich von dieser Einrichtung keinen Gebrauch mehr gemacht.

Der mit Hilfe des mikrometrischen Messverfahrens **erreichbare Grad der Genauigkeit** lässt sich durch Vergleich der zusammengehörigen Werthe für OS, b und δ sofort beurtheilen. Der Umstand, dass bei niederer und höherer Temperatur andere Werthe für die Streifenbreite b erzielt wurden, — in anderen Versuchsreihen trat dieser Unterschied etwas stärker hervor —, hat in der früher erörterten Ungleichartigkeit der Ausdehnung der drei Schrauben des Tischchens seinen Grund, darf also nicht als die Folge von Beobachtungsfehlern angesehen werden. In der nachstehenden Tabelle sind die **Mittelwerthe** für δ und die **Abweichungen der Einzelbeobachtungen** von diesen Mittelwerthen zusammengestellt. Man sieht, die Abweichungen sind durchschnittlich kleiner als 0,01, oder

	$t = 12^\circ{,}67$		$t = 89^\circ{,}78$		$t = 9^\circ{,}76$ C.	
H_α	$-0{,}15_3$	$-0._9$ $-0._9$ —	$0{,}26_1$	$+0._4$ $-0._6$ $+0._3$	$0{,}29_7$	$-0._9$ $+1._0$ $-0._1$
H_g	$-0{,}30_5$	$-0._3$ $+0._2$	$0{,}02_2$	$+0._7$ $-0._6$	$0{,}05_7$	$+1._2$ $-1._3$

anders ausgedrückt; es gelingt, die Lage des Streifensystems zum Silberscheibchen schon durch eine einzige Ausmessung bis auf $^1/_{100}$ Streifenbreite genau zu bestimmen. Es ist natürlich, dass die Genauigkeit dieser Lagenbestimmung durch eine wiederholte Ausmessung noch um ein beträchtliches gesteigert werden kann, aber es hat in Anbetracht der Genauigkeit der Temperaturbestimmung kaum einen Zweck, noch weiter gehen zu wollen. Anders ist es bei grösseren Gangunterschieden (absolute Messungen) wegen der geringeren Sichtbarkeit der Interferenzstreifen und der dadurch bewirkten verminderten Einstellungsgenauigkeit; hier macht es sich von selbst nothwendig, um überhaupt die angegebene Genauigkeit von $^1/_{100}$ Streifenbreite zu erreichen, die Ausmessung des Streifensystems mehr als zweimal vorzunehmen.

3) Berechnung der Dicke der Luftschicht und Neubestimmung des Quotienten λ_0/λ.

Wie anfangs erwähnt wurde, lässt sich die Bestimmung der Dicke der Luftschicht unter der Mitte des Silberscheibchens mit einer für die speziellen Zwecke der Untersuchung vollständig ausreichenden Genauigkeit (etwa 1 bis 2 Tausendstel Millimeter) mit Hilfe des früher genannten Dickenmessers (S. 373) vornehmen. Es soll nun aber im Folgenden gezeigt werden, wie man aus der mit dem Dickenmesser erzielten angenäherten Kenntniss des Werthes für d und den für zwei bezw. drei Farben beobachteten Werthen für δ, im Stande ist, die Dicke der Luftschicht mit sehr grosser Genauigkeit, bis auf etwa 3 Millionstel eines Millimeters genau zu ermitteln. Die Behandlung dieser Aufgabe hat eine gewisse Bedeutung einmal deshalb, weil die genaue Kenntniss der Dicke der Luftschicht an sich bestimmte Vortheile bietet, auf die ich am Schluss dieses Paragraphen näher zurückkommen werde, dann aber auch deshalb, weil die Behandlung unserer eigentlichen Aufgabe, wie sich die Dickenänderung der Luftschicht aus den für verschiedene Temperaturen gefundenen Werthen für δ ableitet, in sehr naher Beziehung zu der Behandlung jener Aufgabe steht.

Wir denken uns zu dem Zwecke die Dicke der Luftschicht anfangs unendlich dünn und von da an stetig zunehmend. Wäre die Schicht von genau parallelen ebenen Flächen begrenzt, so würde die Schicht in ihrer ganzen Ausdehnung abwechselnd hell und dunkel erscheinen und zwar derart, dass jedesmal dann, wenn die Dicke der Luftschicht $0, \lambda/_2, 2\lambda/_2, 3\lambda/_2, \ldots\ldots M\lambda/_2$ u. s. w. beträgt, das Maximum der Dunkelheit herrscht. In unserem Falle, wo wir es mit einer keilförmigen Luftschicht und in Folge dessen mit abwechselnd hellen und dunklen Streifen zu thun haben, ist der Verlauf der Erscheinung für jeden einzelnen Punkt genau derselbe wie in dem vorgenannten Falle für die ganze Fläche. Das Wandern der Streifen ist ja doch in Wirklichkeit nur so zu verstehen, dass die Luftschicht an irgend einer Stelle nach und nach diejenigen Dicken annimmt, welche die Luftschicht an den Stellen, von wo die Streifen herzukommen scheinen, vorher besessen hat. Es ist also sofort zu sehen, dass die Zahl der an dem Silberscheibchen scheinbar vorübergewanderten Streifen, multiplizirt mit $\lambda/_2$, der Dicke der Luftschicht an der genannten Stelle gleich sein muss. Versteht man daher unter M die Ordnungszahl desjenigen Interferenzstreifens, welcher dem Silberscheibchen am nächsten gelegen ist, so lässt sich für die Dicke d der Luftschicht unter dem Silberscheibchen schreiben:

$$d = (M + \delta)\, \lambda/_2,$$

unter δ die im vorigen Paragraphen besprochene Grösse verstanden. Sobald nun

in diesem Ausdruck die Zahl M bekannt ist, ist damit auch die Dicke der Luftschicht gegeben.

Zur Ermittlung von M ist die Beobachtung der Lage des Silberscheibchens — Bestimmung von δ — für mindestens zwei Farben erforderlich. Dadurch nämlich, dass man die den beiden Farben zugehörigen Ausdrücke $(M + \delta)\lambda/_2$ einander gleich setzt, erhält man eine Beziehung zwischen den beiden Unbekannten M, welche direkt zur Ermittlung der Werthe von M benutzt werden kann. Kennzeichnet man daher die der einen Farbe zugehörigen Werthe M, δ und λ durch eine diesen Grössen angehängte Null, während man für die andere Farbe die bisherige Bezeichnung beibehält, so wird:

$$M_0 \lambda_0/\lambda = M + \delta - \delta_0 \lambda_0/\lambda,$$

wofür abkürzungsweise auch gesetzt werden möge:

$$M_0 \mu = M + r.$$

Wir wollen mit Rücksicht auf die von uns in Anwendung gebrachten Spektrallinien die Anschauung dadurch fixiren, dass wir uns eine kleine Einschränkung auferlegen, die sich aber für die praktische Behandlung unserer Aufgabe wegen der grösseren Uebersichtlichkeit als sehr nützlich erwiesen hat. Es fragt sich nämlich, ob es sich lohnt, die obige Beziehung auf alle möglichen Kombinationen der genannten Spektrallinien untereinander anzuwenden. Ich habe es vorgezogen, alle diejenigen Kombinationen, in denen die grüne Quecksilberlinie nicht vorkommt, für die Herleitung der Grössen M und M_0 einfach ganz ausser Acht zu lassen und nur die zu verwenden, in denen die grüne Quecksilberlinie in Verbindung mit einer der übrigen Spektrallinien gesetzt ist. Für die Lösung unserer Aufgabe reichen diese Kombinationen aber auch völlig aus. Wir werden demnach in der Folge die Bezeichnung M_0 λ_0 und δ_0 immer nur auf die grüne Quecksilberlinie beziehen, dagegen für die drei übrigen Spektrallinien, weil eine äussere Unterscheidung der diesen Linien zugehörigen Werthe M, λ und δ unnöthig erscheint, die bisherige Bezeichnung (M, λ, δ) beibehalten.

Die Verwendung der obigen Beziehung zur Bestimmung der Werthe M_0 und M ist nun so gedacht, dass man zuerst eine Tabelle berechnet, in welcher M_0 der Reihe nach gleich 1, 2, 3 u. s. w. gesetzt ist, welchen Werthen dann jedesmal in einer zweiten Kolumne die Produkte $M_0\lambda_0/\lambda = M_0\mu$ gegenübergestellt sind. Der gedachten Beziehung zufolge können dann die in dieser Kolumne enthaltenen Zahlen ohne Weiteres so aufgefasst werden, dass man unter der Zahl vor dem Komma die Zahl M und unter der Zahl nach dem Komma die oben mit r bezeichnete Grösse versteht. Man wird sich also zunächst den Werth von r aus den beobachteten Werthen δ_0 und δ ausrechnen ($r = \delta - \delta_0\mu$), und hierauf in der Tabelle alle diejenigen Werthe von r aufsuchen, welche mit dem beobachteten Werth r innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler (in maximo $\pm$ 0,02) übereinstimmen. Indem man dann die danebenstehenden Werthe von M_0 (zunächst nur von M_0) herausschreibt, erhält man eine Reihe von Zahlen, die sämmtlich der obigen Beziehung genügen, von denen aber vorläufig noch keine vor der anderen besonders ausgezeichnet ist und von denen man also ohne Weiteres nicht sagen kann, welche unter diesen Zahlen M_0 die richtige ist.

(Fortsetzung folgt.)

Beschreibung einer neuen handlichen Form eines Wasserstoffvoltameters.

Von
Ingenieur C. Brüggemann in Aachen.

Das im Nachstehenden beschriebene und in den Figuren 1 und 2 veranschaulichte Wasserstoffvoltameter habe ich zunächst für den Gebrauch im elektrotechnischen Laboratorium der Hochschule zu Aachen konstruirt. Ich versuchte damit einen handlichen und zugleich auch möglichst genauen Apparat herzustellen, bei dem die in manchen bisher üblichen Konstruktionen liegenden Fehlerquellen vermieden würden. Der Apparat ist in der Grösse, wie er ausgeführt wurde, für Messungen schwacher Ströme, etwa bis 0,2 *Ampère*, bestimmt und so eingerichtet, dass nur der Wasserstoff gemessen wird; denn wird der Sauerstoff mitgemessen, so kann dieses in Folge der Absorption desselben durch die Flüssigkeit unter Umständen zu Fehlern Veranlassung geben. Es wurden daher die beiden Elektroden e_1 und e_2 (Fig. 1) in zwei getrennten Schenkeln einer U förmigen Röhre eingeschmolzen. Die Röhre r_1 der negativen Elektrode e_1, in welcher der Wasserstoff entwickelt wird, ist auf Vorschlag des Herrn Professor Dr. Grotian mit einer weiteren Röhre R umgeben, die mit Wasser angefüllt wird, in welches ein Thermometer t taucht. Dadurch ist eine sehr genaue Bestimmung der Temperatur ermöglicht, was auf die Genauigkeit der Messungen von wesentlichem Einfluss ist. Die Röhre r_2 der positiven Elektrode ist oben durch einen Hahn h_1 abgeschlossen, durch den beim Versuch der sich entwickelnde Sauerstoff entweichen kann. Am untersten Theile der Krümmung befindet sich ebenfalls ein Hahn h_2, welcher durch einen Gummischlauch mit einer Hebervorrichtung H (Fig. 2) in Verbindung gebracht ist; durch denselben geschieht die Füllung der Röhren. Der Glasapparat ist auf einem Brett B befestigt, welches um eine durch die Mitte desselben gehende Axe A drehbar ist. Die Axe ist an dem Stativ S festgeschraubt. Das Brett ist an den Stellen, wo sich die beiden Schenkel befinden, ausgeschnitten. Ueber diesen Ausschnitten a_1 und a_2 sind in korrespondirender Höhe mit der Theilung auf der Röhre der negativen Elektrode durchsichtige Glasskalen s_1 und s_2 angebracht, die mit derselben Theilung versehen sind wie die der Röhren. Wenn der Apparat mit der Rückseite gegen das Licht gestellt wird, so ist durch diese Einrichtung eine äusserst genaue und bequeme Ablesung des Gasvolumens ermöglicht und Fehler in Folge von Parallaxe sind ganz ausgeschlossen. Die Skale hinter der Röhre der positiven Elektrode, die mit der anderen auf gleicher Höhe angebracht ist, hat den Zweck, die Flüssigkeit in beiden Röhren beim Ablesen des Gasvolumens auf gleiche Höhe einstellen zu

Fig. 1.

können. Dieses lässt sich vermittels der erwähnten Hebereinrichtung leicht bewerkstelligen; man hat nur die beiden Hähne am Apparat zu öffnen, und je nachdem die Säure aus der Röhre r_2 ab- oder zugelassen werden soll, das Säuregefäss auf dem Stativ zu belassen oder herabzustellen. In Folge dieser Einrichtung hat man keine Reduktion der Flüssigkeitssäule über oder unter dem Niveau der Flüssigkeit in der anderen Röhre, die vom äusseren Atmosphärendruck subtrahirt oder zu demselben addirt werden müsste, auf eine entsprechende Quecksilbersäule vorzunehmen. Ein weiterer Vortheil dieser leicht zu handhabenden Einrichtung besteht darin, dass die Säure nie aus dem Apparat herauskommt und immer wieder benutzt werden kann, so dass das Voltameter jederzeit zu Messungen bereit steht. Bei verschiedenen auf einander folgenden Versuchen hat man zur Einleitung eines neuen nur eine Drehung des Apparates um die Axe A vorzunehmen, derart, dass die Röhrenanordnung schräg und die Verbindungsröhre zwischen r_1 und r_2 nach oben zu liegen kommt. Der in der Röhre r_1 enthaltene Wasserstoff entweicht dann nach der Röhre r_2, an welcher der Hahn h_2 nachher geöffnet wird. Wenn der Apparat dann wieder in die senkrechte Lage zurückgedreht wird, so ist er zu einem neuen Versuche fertig. Die Enden der beiden Elektroden sind mit zwei auf dem drehbaren Brett angebrachten Klemmen K_1 und K_2 fest verbunden.

H S A S

Fig. 2.

Die Genauigkeit der Messungen, welche sich mit einem derartig eingerichteten Apparat erreichen lässt, möge aus nachstehenden Resultaten hervorgehen, die sich bei Versuchen mit demselben ergeben haben. Ein Siemens'sches Torsionsgalvanometer wurde für einen Ausschlag von 100 Skalentheilen, entsprechend 0,1 *Ampère*, zum Vergleich mit einem Silbervoltameter und dem oben beschriebenen Wasserstoffvoltameter geaicht, und es ergaben sich folgende Resultate für den Reduktionsfaktor des Instrumentes aus den Versuchen mit dem

Silbervoltameter:	Wasserstoffvoltameter:
1) 1,00006	1) 1,0023
2) 0,99996	2) 0,9999
3) 0,99984	3) 0,9999
4) 0,99994	4) 0,9998
	5) 1,0004.

Die Werthe aus den Versuchen mit dem Silbervoltameter ergeben im Mittel

0,99994, mit dem Wasserstoffvoltameter 1,00046. Der Unterschied der beiden Mittelwerthe beträgt somit 0,052 %.

Apparate nach dem im Voranstehenden beschriebenen Muster werden in guter Ausführung von Corn. Heinz & Co., Fabrik chemischer Apparate in Aachen, geliefert.

Erfahrungen über einige nautische Instrumente.

(Gesammelt während einer nautischen Instruktionsreise.)

Von

Prof. **E. Gelcich** in Lussinpiccolo.

Um einige der jüngsten nautischen Erfindungen bezüglich ihrer praktischen Verwendbarkeit aus eigener Anschauung beurtheilen zu können, habe ich mit Unterstützung der Lloyddirektion in Triest und der hohen Marine-Sektion (K. u. K. Reichskriegsministerium) in Wien, die Ferien des Jahres 1893 auf der See zugebracht und eine fünfwöchentliche Einschiffung mitgemacht.[1])

Bei dem heutigen hohen Standpunkt der Präzisionsmechanik und bei dem Streben derselben, den praktischen Bedürfnissen nachzukommen, wird es hoffentlich einigen Werth haben, wenn ich die nachstehenden Wahrnehmungen veröffentliche, welche ich in Bezug auf nautische Instrumente sammelte. Jedenfalls veröffentliche ich dieselben mit dem Wunsche, dass sie mehr von den Instrumentenfabrikanten als von den nautischen Fachmännern gelesen werden. Letztere könnten höchstens mit mir bedauern, dass wir in mancher Beziehung noch nicht weiter gekommen sind; erstere dagegen haben mehr Gelegenheit, über die anzubringenden Verbesserungen nachzudenken und Verbesserungen sind eben in mancher Hinsicht noch anzustreben. Und nun zur Sache!

Was zunächst die Kompasse anbelangt, so sind, — wenigstens so weit ich gesehen habe, — die Rosen mitunter in dunkler Schattirung gehalten. Dunkel gefärbte Rosen sind aber für den Nachtgebrauch sehr unbequem, sie lassen sich nicht gut beleuchten, der Steuermann unterscheidet die Gradtheilung nicht gut genug, das genaue Steuern wird ihm schwer gemacht. Der Grund der Rose soll also ganz weiss bleiben, die Kompassstriche sollen ganz schwarz gemalt sein.

Dank der fortgesetzten Beaufsichtigung des Kompasses ist der eingehaltene Kurs in der heutigen Steuermannskunde ein sehr wichtiges und verlässliches Rechnungselement. Die auf den Schiffen des österreichischen Lloyd aufgestellten Peichl'schen Kompasse neuester Konstruktion mit Universalkompensation funktioniren ganz richtig; sie lassen weder an Empfindlichkeit noch an Stabilität zu wünschen übrig. Die durch Veränderung der geographischen Breite während der Fahrt vorkommenden Deviationsänderungen werden stets unter Benutzung des Goniometer Garbich berücksichtigt. Sollten Sonne und Gestirne zu lange unsichtbar bleiben, so liefert die Methode Florian-Szyggarto ein hinreichendes Mittel um Deviationsveränderungen nachzuweisen. Für grössere Breitenänderungen, wenn also ein Verstellen der Kompensatoren B und C nothwendig wird, tragen übrigens die

[1]) Die Lloyddirektion in Triest ermöglichte mir die Fahrt durch Gewährung der weitgehendsten Begünstigungen, ausserdem erhielt ich von derselben drei Chronometer mit; die Marine-Sektion in Wien ermächtigte das Hydrographische Amt in Pola, mich mit anderen Instrumenten zu versehen. Beiden Behörden erstatte ich meinen verbindlichsten Dank für das liberale Entgegenkommen.

Ständer der *B*- und *C*-Büchsen Zeichen, welche die jeweiligen neuen Stellungen der Büchsen angeben. Die Peichl'schen Kompasse mit Universalkompensation sind daher bestens zu empfehlen.

Eine zu starke Reduktion des Rosendurchmessers für den Steuerkompass kommt mir aus praktischen Rücksichten nicht rathsam vor. Die Schiffsoffiziere verlangen, wenn es die Wetterumstände zulassen, vom Steuermann, dass er den Kurs auf Grade genau einhalte. Bei zu kleinen Rosen ist dem Steuermann die Theilung nicht gut genug sichtbar; Peichl's Kompasse tragen aber Rosen, die gross genug sind, und sind daher auch in dieser Beziehung vortheilhaft.

Dagegen gefällt mir eine andere neue Methode nicht, jene nämlich, die Peilvorrichtung am Kompass ganz abzuschaffen und jede Kompassoperation auf das Goniometer zu übertragen. Handelt es sich um die Ortsbestimmung durch Landpeilungen, so hat die Verwendung des Goniometers folgende Nachtheile:

1. Zunächst kann beim Einstellen des Goniometers nach dem wahren, magnetischen oder Kompasskurs ein Irrthum vorkommen.

2. Beim Peilen mittels Goniometer muss nach eingestelltem Visir der Kopf erhoben werden, um die Gradtheilung abzulesen. Diese Operation erfordert längere Zeit als beim gewöhnlichen Azimuthalkompass und die dadurch entstehende Zwischenzeit im Peilen wirkt nicht unwesentlich auf die Genauigkeit der Ortsbestimmung ein, insbesondere auf Post- und Passagierschiffen, deren Fahrtgeschwindigkeit zum mindesten 12 bis 13 Seemeilen, auf den transozeanischen Linien noch viel mehr beträgt.

3. Beim Abnehmen mehrerer Peilungen (Kreuzpeilung) und selbst auch bei einer einzigen Peilung ist man nicht sicher, dass der Steuermann den Kurs, auf den die Peilscheibe eingestellt ist, auch immer genau einhält; erfolgt aber während des Peilens eine Abweichung vom Kurs, so sind die abgelesenen Peilungen alle falsch.

4. Bei Nacht ist zum Einstellen des Goniometers und zum Ablesen das Hinzutragen einer Handlaterne nöthig, wodurch der Zeitverlust und die Unsicherheit grösser werden.

Von der Abschaffung des Azimuthalkompasses und der ausschliesslichen Verwendung einer besonders aufgestellten Peilscheibe (Goniometer u. s. w.) kann also im Interesse einer gesicherten Schiffsführung nur entschieden abgerathen werden. Am gewöhnlichen Azimuthalkompass erfolgen Einstellung und Ablesung der Peilungen fast gleichzeitig, die Ablesung bezieht sich immer auf eine sichere Hauptlinie und bei Nacht hat man die Kompassrose immer beleuchtet.

Zum Logg übergehend, zeigen die Schraubenloggs mit nachgeschlepptem Propeller und eingeschifftem Mechanismus Mängel auf, welche ernste Erwägung verdienen. Ist die See bewegt und rollt und stampft das Schiff mehr oder minder, so ist die Drehung des Mechanismus eine äusserst unregelmässige. Oft bleibt der ganze Apparat viele Sekunden lang stehen, um auf einmal eine grosse Geschwindigkeit anzunehmen. Je nach den Bewegungen des Schiffes ist die Zeitdauer des Stillstandes und der raschen Bewegung sehr unbeständig. Versuche, welche mit einem Chronographen gemacht wurden, ergaben, dass an eine Gesetzmässigkeit dieses Vorganges nicht zu denken ist. Dabei war das verwendete Logg mit einem Schwungrade versehen. Um diese Übelstände abzuschaffen oder doch zu vermindern, ist der Ausstich (die Länge der Schlepp-

leine) bald vermehrt, bald vermindert worden, allein ohne besonderen Erfolg. Bemerkt sei noch, dass die Schleppleine aus Hanftau war.

Aus diesem Mangel geht zunächst hervor, wie wichtig es ist, den konstanten Faktor solcher Instrumente für verschiedene Zustände der See zu ermitteln. Ob aber damit vollständig geholfen ist, möchte ich sehr in Frage stellen. Auf alle Fälle möchte ich folgende Vorschläge laut werden lassen. Zunächst ist die Anwendung von Hanftau (Manilla u. dgl.) als Schleppleine für solche Mechanismen wegen der Torsion nicht zweckmässig. Eine feine Drahtschnur ist immer vorzuziehen, besser aber noch eine Kette, bestehend aus längeren, durch Kettenglieder (Ringe) verbundenen Stäben. Zwar muss bei solchen Vorrichtungen die Schwimmfähigkeit durch eigene Schwimmer erzielt werden und der Apparat sieht dann zu plump aus. Oder könnte man vielleicht nicht die Stäbe aus hartem und eigens imprägnirtem Holz erzeugen?

Die Abschaffung der Schleppleine würde die Einwirkung der Torsion beseitigen, nicht jedoch jene der Roll- und Stampfbewegungen, durch welche die Schleppleine oder Kette bald straff gespannt, bald ganz lose wird. Um sich von dieser Fehlerquelle zu befreien, giebt es nur ein Mittel, nämlich jenes, die Schraube des Mechanismus direkt am Schiffskörper anzubringen und zwar nicht am Heck oder an den Seiten, sondern in der Mitte, dort wo sich die vertikale Kielebene mit der Ebene des Hauptspantes schneidet, an jener Stelle also, wo die Roll- und Stampfbewegungen am wenigsten empfunden werden. Freilich unterläge eine solche Schraube sehr leicht Beschädigungen jeder Art, indem es beim Befahren seichter Gewässer an Flussmündungen und beim Anlegen an den Hafendämmen nicht selten vorkommt, dass der Kiel den Grund berührt. Es könnte also auch an diese Methode der Geschwindigkeitsmessung nur schwer gedacht werden. Prüfen wir aber die vielen sonstigen Erfindungen[1]), welche auf diesem Gebiete gemacht wurden, so finden wir, dass das Schraubenlogg noch das beste und praktischste ist, was wir in dieser Beziehung haben. Muss man also bei demselben bleiben, so wäre vielleicht noch eines zu versuchen. Ich glaube nämlich, dass die ältere Form desselben, bei welcher Schraube und Mechanismus ein einziges Stück bilden, und der gesammte Apparat nachgeschleppt wird, bessere Resultate liefern könnte als die Modelle, bei welchen der Mechanismus am Schiff verbleibt. Erstere haben sich überlebt, weil der Mechanismus viel zu schnell durch den Einfluss des eindringenden Seewassers verdorben wurde. Soll es aber so schwer sein, ein besseres Gehäuse zu erfinden, welches grösseren Schutz leistet? Mögen die Herrn Mechaniker darüber nachdenken; sicher ist es aber, dass sie durch Verbesserung der Schiffsgeschwindigkeitsmesser der Schifffahrt einen grossen Dienst erweisen würden.

Beim **Sextanten** oder bei den Reflexionsinstrumenten überhaupt, dreht sich jede Frage um ihre Verwendung zur Nachtzeit. Der Sextant ist ein vorzügliches Instrument, so lange der Meereshorizont sichtbar ist und es sich um Beobachtung von Sonne, Mond oder der grösseren Planeten und der allergrössten Fixsterne handelt. Schwierig wird dagegen seine Verwendung zur Nachtzeit und zwar aus zwei Gründen. Erstens verliert man zu leicht den Stern aus dem Gesichtsfelde, weil er zu lichtschwach ist, zweitens ist es schwer, den Meereshorizont deutlich zu unterscheiden.

---

[1]) *Diese Zeitschr. 1884. S. 231* und *274:* die Instrumente und Methoden zur Bestimmung der Schiffsgeschwindigkeit, von E. Gelcich.

Um die Sterne deutlicher sichtbar zu machen, wendet man zylindrische Linsen an, welche den als Punkt erscheinenden Stern in einen feinen Lichtstreifen verwandeln, und diese Idee muss ich als gut und glücklich bezeichnen. Leider ist die Sitte, dem Sextanten solche Linsen beizufügen, noch nicht allgemein, und wenn man das bezügliche Rohr nicht eigens bestellt, findet man es im Kasten nicht vor. Die Optiker und Mechaniker würden gut thun, eine solche Linse oder ein Rohr mit derselben einfach zum Ausrüstungsgegenstand des Sextanten hinzuzufügen. Gewisse Sachen, insofern sie einfach genug sind und nicht theuer zu stehen kommen, müssen den Seeleuten aufgedrungen werden.

In Bezug auf die Sichtbarkeit des Horizontes hat man zwei Wege eingeschlagen. Während nämlich auf der einen Seite getrachtet wird, die Sichtbarkeit durch Anwendung konischer Fernröhre zu vergrössern, sucht man sich andererseits vom Meereshorizont ganz zu emanzipiren. Zu letzterem Zwecke greift man zur Libelle, zum Gesetze des Kreisels u. dgl. und liefert kunstvolle Instrumente, die sich für den Seegebrauch weniger eignen. Es gelang mir nicht, mich in den Besitz eines solchen Sextanten für meine Reise zu setzen, allein, wenn ich an eine Libelle denke und mir das Schiff vorstelle, wie es seine 15 bis 20° nach jeder Seite lustig rollt, da verzichte ich gerne auf jedes weitere Experiment. Dagegen habe ich fleissig mit konischen Fernröhren beobachtet, und um mich nicht allein auf mein Auge verlassen zu müssen, unterstützten mich in dieser Beziehung auch die Herren Schiffsoffiziere. Die Beobachtungen bestanden in Höhenmessungen des Polarsternes und in Meridianhöhen anderer Gestirne, aus welchen dann die Breiten berechnet wurden. Bei diesen Rechnungen geht der Höhenfehler bekanntlich direkt in das Resultat über, und die Verlässlichkeit der Beobachtung ergiebt sich unmittelbar aus dem Resultate. Die ermittelten Breiten wurden aber mit den aus Kreuzpeilungen von Landobjekten erhaltenen verglichen. Aus vielen derlei Beobachtungen ergab sich nun, dass auch mit konischen Fernröhren grössere Genauigkeiten als von 5 bis 10′ in der Höhe nicht zu erreichen sind. So viel liefert aber auch das gewöhnliche astronomische Fernrohr des Sextanten.

Nebenbei möchte ich auf einen sehr störenden Fehler des Instrumentes aufmerksam machen, welches ich besass. Der grösseren Dimensionen des Objektivs eines konischen Fernrohres wegen muss die Alhidade an entsprechender Stelle mit einem]förmigen Einschnitt versehen sein, damit sie am Rande des Fernrohres nicht streife und stecken bleibe. Obwohl nun dieser Einschnitt so tief als möglich gemacht worden war, so konnte bei Nacht die Alhidade dennoch nicht frei hinter das Fernrohr laufen und gewisse Höhen waren somit nicht zu beobachten. Denn bei Nacht musste die optische Axe der Sextantenebene so weit als möglich genähert werden, um den Horizont so deutlich, als es nur anging, zu sehen. Man müsste also den kleinen Spiegel und daher auch den grossen von der Instrumentenebene stärker entfernen. Dann könnte auch die Kegelgestalt des Fernrohres mehr zum Ausdruck gelangen; das Rohr wäre lichtstärker, der Horizont deutlicher sichtbar. Dabei ist aber zu befürchten, dass die Solidität des Sextanten leide und dass die kleinsten Fehlerquellen zu grösserer Bedeutung gelangen.

Ich habe ferner versucht, die durch das konische Fernrohr resultirende Deutlichkeit des Horizontes mit den Bildern zu vergleichen, welche die gewöhnlichen Bord-Nachtgläser liefern und dies führte mich wieder auf das weitere Experiment, den Horizont mit beiden Augen und mit einem Auge allein durch ein Nachtglas anzusehen. Es unterliegt mir keinem Zweifel, dass man mit beiden

Augen viel besser sicht als mit nur einem allein, ja, beim Ansehen mit beiden Augen kam es mir vor, als hätte ich die Berührung mit gleicher Genauigkeit einstellen können als bei Tage. Daraus folgere ich folgende Aufgabe für die Mechaniker und Optiker. Könnte man nicht für Nachtbeobachtungen ein Reflexionsinstrument liefern, an welchem ein gewöhnliches, aber gutes Nachtglas mit zwei Röhren (für beide Augen nämlich) angeschraubt wird? Ich denke mir dies in zweierlei Art durchgeführt.

Zunächst könnte man, ähnlich wie beim Goniometer von Pott, zwei Spiegel anwenden, je einen auf jeder Seite des Sextanten. Sodann könnte man vielleicht in ähnlicher Weise wie beim mikroskopischen Zeichnen, — wo das eine Auge durch das Mikroskop sieht, während das freie Auge den abzubildenden Gegenstand auf dem Zeichenpapier erblickt, — auch hier verfahren. Wenn nämlich am Sextant ein vollständiges Nachtglas aufgeschraubt wird, so braucht man für das zweite Auge keinen weiteren Spiegel mehr; man sieht das direkte Bild des Horizontes weit besser und den Stern, besonders wenn letzterer durch zylindrische Linsen in einen Streifen verwandelt wird, nimmt man scheinbar mit beiden Augen wahr.

Konische Fernröhre sind jedoch selbst in kleinen Dimensionen auch für Tagesbeobachtungen den gewöhnlichen Fernröhren vorzuziehen, ja ich wäre der Ansicht, letztere ganz abzuschaffen. Ich sah den Meereshorizont auch bei Tag mit dem konischen Fernrohr weit besser, ja ich unterschied mit demselben jene schwarzen und silberhellen Streifen ganz deutlich, die bei niedrigem Sonnenstande und theilweise bewölktem Himmel so leicht zur Annahme eines falschen Horizontes verleiten.

Dies die Erfahrungen, die ich sammelte. Es würde mich sehr freuen, wenn sie irgendwie ausgenützt werden sollten.

In Bezug auf die Chronometer muss ich das Beobachtungsmaterial erst verarbeiten. Ich hatte drei Chronometer mit, wovon zwei vorzüglich gewesen zu sein scheinen. Jedenfalls haben wir auf der Fahrt von Odessa nach Konstantinopel, ohne Land zu sichten und bei einer Strömung, die nach einer 24 stündigen Fahrt fünfzehn Meilen Versetzung vom Kurse ergab, das Leuchtschiff vor dem Bosporus, auf Grund von Chronometer-Beobachtungen haarscharf in der vorausgesagten Richtung getroffen. Dabei waren die in Triest vor drei Wochen ermittelten Stände und Gänge benutzt worden. Die Chronometrie ist heutzutage gewiss der fortgeschrittenste Zweig der nautischen Instrumentenkunde.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Bekanntmachung betreffend die Aichung von chemischen Messgeräthen.

Auf Grund des Artikels 18 der Maass- und Gewichtsordnung erlässt die Normal-Aichungs-Kommission folgende Vorschriften:

§ 1.

Zulässige Messgeräthe.

1. Zum ausschliesslichen Gebrauche für chemische Maassanalyse wässeriger Flüssigkeiten werden Hohlkörper aus Glas zur Aichung zugelassen, und zwar sowohl ohne Eintheilung für eine einzige Maassgrösse:

a) Kolben (Flaschen zum Aufstellen),
b) Vollpipetten mit oberem Rohr (Ansaugrohr) zum Emporsaugen und mit unterem Rohr (Ablaufrohr) für den Ein- und Austritt der Flüssigkeit,

als auch mit Eintheilung in gleich grosse Raumtheile in Form von Messröhren:

c) Messgläser (auch Messzylinder genannt, Messröhren mit angeschmolzenem Fuss zum Aufstellen),
d) Büretten (Messröhren ohne angeschmolzenen Fuss, mit Abflussrohr),
e) Messpipetten (Messröhren mit Ansaug- und Ablaufrohr, vergl. b).

2. Der von den Messgeräthen anzugebende Raumgehalt wird durch Striche oder durch die untere Oeffnung abgegrenzt; er ist auf den Geräthen für eine Temperatur des Geräthes von $+15°$ des hunderttheiligen Thermometers in Liter oder in Theilen des Liter oder in Kubikzentimeter bezeichnet, wobei das Kubikzentimeter dem tausendsten Theil des Liter gleichgeachtet wird.

3. Der von den Messgeräthen anzugebende Raumgehalt kann sowohl durch eine in das trockene Messgeräth eingefüllte Wassermenge (Messgeräthe auf Einguss), als auch durch eine aus dem Messgeräth ausgeflossene Wassermenge (Messgeräthe auf Ausguss) verkörpert sein. Messgeräthe mit Abfluss sollen immer auf Ausguss, andere dürfen auf beides, aber nur entweder auf Einguss oder auf Ausguss eingerichtet sein. Den Raumgehalt auf Ausguss erhält man durch Entleeren einer Wasserfüllung unter Zurücklassen der unvermeidlichen gleichmässigen Benetzung der reinen Maasswände. Als unvermeidliche Benetzung gilt diejenige, welche zurückbleibt, wenn man

a) bei Messgeräthen, welche durch Umkehren entleert werden müssen, eine Minute nach dem Entleeren das schräg gehaltene Geräth abtropfen lässt und den letzten Tropfen abstreicht,
b) Pipetten ganz oder bis zur unteren Strichmarke frei auslaufen lässt, während das Auslaufrohr ständig die Wandung des die Füllung aufnehmenden Gefässes berührt, und wenn man, nachdem der zusammenhängende freie Ausfluss aufgehört hat oder die begrenzende untere Strichmarke erreicht ist, noch $^1/_4$ Minute nachlaufen lässt,
c) Büretten und Messpipetten beliebig auslaufen lässt, den letzten Tropfen abstreicht und nach dem Auslaufen noch zwei Minuten wartet, ehe man die Ablesung vornimmt.

4. Der Querschnitt der Messgeräthe soll überall kreisförmig sein, der messende Raum darf sich, vom grössten Durchmesser an betrachtet, höchstens einmal nach oben und unten verjüngen; mit dem Messkörper verbundene Rohre sollen stetig, ohne plötzliches Ab- und Ansetzen, in denselben übergehen, so dass die Flüssigkeit beim Auslaufen nirgends aufgehalten wird.

5. Die Striche und Bezeichnungen sollen fein, jedoch deutlich aufgeätzt, eingeschliffen, eingerissen oder in anderer Weise dauerhaft angebracht, keinesfalls nur aufgemalt sein, und zwar sollen sich die Striche nur auf völlig zylindrischen, regelmässig gestalteten, schlierenfreien Theilen der Messgeräthe befinden. Eine Einfärbung der Striche ist gestattet.

6. Die Striche sollen mindestens die Hälfte der Glaswand umfassen und in Ebenen liegen, welche mit der Axe des Messgefässes einen rechten Winkel bilden.

7. Bei Messgeräthen mit Eintheilung soll diese gleichmässig sein.

8. Die Bezeichnungen der Kolben dürfen in Liter oder Kubikzentimeter, also mit Liter, *l* oder *ccm* geschehen, diejenigen der anderen Messgeräthe sollen nur in Kubikzentimeter, also mit *ccm* ausgeführt sein. Die Inhaltsbezeichnung der Geräthe ohne Eintheilung erfolgt auf der Mitte des Maasskörpers.

9. Die Bezifferung der Striche auf den Geräthen mit Eintheilung hat an den rechten Enden der Striche nach Kubikzentimeter als Einheit zu geschehen; sie darf entweder nur von oben nach unten oder nur von unten nach oben fortschreiten. Dem die

grösste Zahl tragenden Strich, welcher zugleich der Endstrich beziehungsweise Anfangstrich der Theilung sein soll, ist auch die Bezeichnung mit *ccm* beizusetzen.

10. Ferner ist bei den Messgeräthen ohne Eintheilung unter der Inhaltsangabe, auf Messgeräthen mit Eintheilung mindestens 15 Millimeter über der Eintheilung die Temperatur, bei welcher die Raumgehaltsangaben des Messgeräthes ihrem Sollwerth entsprechen, in der Form $+15°$ *C.* aufzuätzen, und es soll durch ein links daneben in gleicher Höhe aufgeätztes *E* beziehungsweise *A*, wofür auch *Eing.* beziehungsweise *Ausg.* oder *Einguss* beziehungsweise *Ausguss* gesetzt werden darf, angegeben sein, ob das Geräth auf Einguss oder Ausguss eingerichtet ist. Eine Geschäftsnummer, Name und Sitz eines Geschäftes und eine Fabrikmarke dürfen den obenerwähnten Angaben gegenüber auf der anderen Seite der Wandung, bei Messgeräthen mit Eintheilung auch in Längsschrift links neben der Theilung, angegeben sein.

11. Bei allen Messgeräthen gilt als Ablesungsstelle diejenige, an welcher eine Ebene, die man sich durch den tiefsten Punkt des Flüssigkeitsmeniskus zur Axe senkrecht gelegt denkt, die Wandung an der Seite durchschneidet, auf welcher sich die Strichmarke beziehungsweise die Eintheilung befindet.

12. Zu- und Abflussrohre, Stöpsel u. s. w. dürfen nicht in den Messraum selbst münden oder hineinreichen; die Abgrenzung messender Räume unmittelbar durch Hähne ist unzulässig. Ausserhalb des Messraumes kann dem Messgeräth die für dessen Zweck nothwendige Gestalt und Ausstattung mit Hähnen, Röhren, Erweiterungen u. s. w. beliebig gegeben werden.

13. Die Auslaufspitzen sollen gerade, ihre Wandung bis zur Grenze der noch guten Haltbarkeit dünn ausgezogen, ihre Mündung eben und glatt sein. Zulässig ist es, die Spitzen an der Mündung etwas einzuziehen. Bei der Bürette nach Gay-Lussac darf die Auslaufspitze gegen das Auslaufrohr geneigt und nach unten schräg abgeschliffen sein.

§ 2.

Messgeräthe ohne Eintheilung (Kolben, Vollpipetten).

1. Die Kolben dürfen nur eine der folgenden Maassgrössen enthalten: 2, 1, $^1/_2$ (0,5), $^1/_4$ (0,25), 0,2, 0,1, 0,05 Liter, die Vollpipetten beliebige Maassgrössen von 1 bis einschliesslich 200 Kubikzentimeter.

2. Die die abgrenzenden Striche tragenden Theile beider Arten von Messgeräthen sollen an denjenigen Stellen, wo die Striche angebracht sind, durchaus zylindrisch (siehe auch § 1 Ziffer 5), von gleichem Querschnitt und durchsichtig sein; auch sollen sie ganz allmälig und stetig in den aufgeblasenen Theil übergehen.

3. Bei Pipetten soll das obere Ansaugrohr mindestens 130 Millimeter, das untere Ablaufrohr mindestens 60 Millimeter und höchstens 300 Millimeter lang sein.

4. Die den Raumgehalt oben abgrenzende Strichmarke soll sich bei Kolben in mindestens 70 Millimeter, bei Vollpipetten in mindestens 100 Millimeter Abstand vom oberen Ende und in mindestens 30 Millimeter Abstand von dem aufgeblasenen Theile befinden, auch soll sie ganz um den Hals beziehungsweise das Ansaugrohr herumgezogen sein.

5. Da, wo der Strich angebracht ist, soll die innere Weite des Kolbenhalses nicht weniger als 6 Millimeter und bei einem Raumgehalt des Kolbens von

	2	1	$^1/_2$ (0,5)	$^1/_4$ (0,25)	0,2	0,1	0,05 Liter
nicht mehr als	25	20	20	15	12	12	10 Millimeter

betragen, ebenso bei Pipetten die innere Weite des Ansaugrohres und des Ablaufrohres nicht weniger als $^1/_2$ und nicht mehr als 6 Millimeter.

6. Der Boden der Kolben darf leichte Einbuchtungen nur nach Innen haben, der Umfang des Bodens soll eine Ebene bilden, zu welcher der Hals senkrecht steht. Der Kolben muss auf einer horizontalen Ebene feststehen.

7. Die Abgrenzung des Raumgehalts nach unten kann bei den Vollpipetten durch die Mündung des Ablaufrohres oder durch einen zweiten auf dem Ablaufrohr in mindestens 30 Millimeter Abstand vom Ende angebrachten Strich erfolgen. Bei Pipetten ohne Hahn darf die Weite der unteren Oeffnung nur so gross sein, dass die freie Entleerung gemäss § 1 3b dauert:

bei einem Inhalt von weniger als 10 Kubikzentimeter, 12 bis 15 Sekunden,
bei einem Inhalt von 10 Kubikzentimeter bis ausschliesslich 50 Kubikzentimeter, 15 bis 20 Sekunden,
bei einem Inhalt von 50 Kubikzentimeter bis ausschliesslich 100 Kubikzentimeter, 20 bis 30 Sekunden,
bei einem Inhalt von 100 Kubikzentimeter und mehr, 30 bis 40 Sekunden.

Bei Pipetten mit Hahn findet die Aichung für diejenige Stellung des Hahnes statt, bei welcher die Entleerungsdauer beträgt:

bei einem Inhalt von weniger als 10 Kubikzentimeter, 13 bis 17 Sekunden,
bei einem Inhalt von 10 Kubikzentimeter bis ausschliesslich 50 Kubikzentimeter, 16 bis 20 Sekunden,
bei einem Inhalt von 50 Kubikzentimeter bis ausschliesslich 100 Kubikzentimeter, 23 bis 27 Sekunden,
bei einem Inhalt von 100 Kubikzentimeter und mehr, 33 bis 37 Sekunden.

§ 3.

Messgeräthe mit Eintheilung.

1. Der Gesammtinhalt der mit Eintheilung versehenen Messgeräthe darf 1 Kubikzentimeter bis 1 Liter betragen, jedoch bei den Messgläsern und Büretten nicht weniger als 5 Kubikzentimeter, bei den Büretten und Messpipetten nicht mehr als 100 Kubikzentimeter.

2. Als Eintheilungen sind zulässig:

bei einem Gesammtraumgehalt des Messgeräthes							
von 1 bis 2 *ccm*	mehr als 2 bis 5 *ccm*	mehr als 5 bis 10 *ccm*	mehr als 10 bis 50 *ccm*	mehr als 50 bis 100 *ccm*	mehr als 100 bis 200 *ccm*	mehr als 200 bis 500 *ccm*	mehr als 500 *ccm*
kleinste Theilabschnitte von							
0,01 *ccm*	0,05 *ccm*	0,05 *ccm*	0,1 *ccm*	0,2 *ccm*	1 *ccm*	5 *ccm*	10 *ccm*
0,02 „	0,02 „	0,1 „	0,2 „	0,5 „	2 „	10 „	
				1 „	5 „		

3. Die Abgrenzung des Messraumes darf nach unten wie nach oben nur durch einen Strich erfolgen. Der oberste Theilstrich soll vom oberen Ende des Messgeräthes bei den Messpipetten um mindestens 100, bei den übrigen um mindestens 50 Millimeter abstehen, ebenso der unterste Theilstrich, sofern nicht der Boden des Messgeräthes den Anfang der Theilung bildet, vom unteren Ende beziehungsweise von der beginnenden Verjüngung um mindestens 30 Millimeter.

4. Die Bezifferung erfolgt bei Eintheilung

a) in 10, 1, 0,1 oder 0,01 Kubikzentimeter an jedem zehnten,

b) in 2, 0,2 oder 0,02 Kubikzentimeter an jedem fünften,

c) in 5, 0,5, 0,05 Kubikzentimeter an jedem zweiten oder zehnten Strich; die bezifferten Striche sollen ganz um den Umfang der Messgeräthe herumgehen, von den anderen Strichen sollen die Fünferstriche im Falle a, und, wenn nur jeder zehnte Strich beziffert ist, die Einerstriche im Falle *c* etwa drei Fünftel des Umfanges, alle anderen Striche aber etwa die Hälfte des Umfanges einnehmen. Die nicht ganz herumgehenden Striche sollen ihrer ganzen Länge nach sich auf durchsichtigem Glase befinden; etwa

zur Erleichterung der Ablesung dienende Streifen aus undurchsichtigem Glase dürfen hiernach nicht breiter sein als zwei Fünftel des Umfanges.

5. Der Abstand zweier benachbarter Theilstriche darf nicht mehr als 12 Millimeter und bei den Messgläsern mit Eintheilungen in 5 Kubikzentimeter oder mehr nicht weniger als 2, bei den anderen Messgeräthen nicht weniger als 1 Millimeter betragen.

§ 4.

Fehlergrenzen.

1. Messgeräthe ohne Eintheilung.

Die im Mehr oder Minder zuzulassenden Fehler dürfen höchstens betragen

bei	Kolben	von	2	Liter	Sollraumgehalt	auf	Ausguss	1 Kubikzentimeter,
„	„	„	1	„	„	„	„	0,6 „
„	„	„	0,5	„	„	„	„	0,3 „
„	„	„	0,2	„	„	„	„	0,2 „
„	„	„	0,1	„	„	„	„	0,2 „
„	„	„	0,05	„	„	„	„	0,1 „

bei Kolben auf Einguss die Hälfte dieser Werthe,

bei Vollpipetten von	1	bis einschliesslich	2	Kubikzentimeter:	0,01 Kubikzentimeter,
von mehr als	2	„ „	10	„	0,02 „
„ „ „	10	„ „	30	„	0,03 „
„ „ „	30	„ „	75	„	0,05 „
„ „ „	75	„ „	200	„	0,1 „

2. Messgeräthe mit Eintheilung.

Die im Mehr oder Minder zuzulassenden Fehler des gesammten Raumgehalts dürfen an Büretten und Messpipetten höchstens betragen

bei	1	bis einschliesslich	2	Kubikzentimeter:	0,01 Kubikzentimeter,
bei mehr als	2	„ „	10	„	0,02 „
„ „ „	10	„ „	30	„	0,03 „
„ „ „	30	„ „	50	„	0,05 „
„ „ „	50	„ „	100	„	0,1 „

bei Messgläsern gleicher Grösse auf Einguss das Doppelte, auf Ausguss das Vierfache; ferner bei Messgläsern auf Einguss

bei mehr als	100	bis einschliesslich	200	Kubikzentimeter:	0,5 Kubikzentimeter,
„ „ „	200	„ „	500	„	1,0 „
„ „ „	500	. . . .			2,0 „

bei Messgläsern gleicher Grösse auf Ausguss das Doppelte.

Sodann darf bei Messgläsern auf Einguss der Fehler desjenigen Raumes, welcher in zehn aufeinanderfolgenden kleinsten Theilabschnitten enthalten ist, im Mehr oder Minder an keiner Stelle der Eintheilung mehr betragen als

1 Kubikzentimeter	bei Eintheilung in	10 und 5	Kubikzentimeter,
0,4 „	„ „	2	„
0,2 „	„ „	1 und 0,5	„
0,1 „	„ „	0,2 „ 0,1	„

bei Messgläsern auf Ausguss das Doppelte dieser Beträge, bei den Büretten und Messpipetten mit Eintheilungen in 0,01 bis einschliesslich 0,2 Kubikzentimeter nicht mehr als ein Drittel eines kleinsten Theilabschnitts, bei den anderen nicht mehr als ein Viertel.

§ 5.

Stempelung.

Die Stempelung erfolgt durch Aufätzen des Präzisions-Aichstempels bei Kolben unmittelbar über der Strichmarke und über der Bezeichnung, bei Vollpipetten unmittelbar

über dem oberen Strich und, wenn der Messraum auch nach unten durch einen Strich abgegrenzt ist, unmittelbar unter diesem, bei den übrigen Geräthen dicht oberhalb des obersten und unterhalb des untersten Striches. Ausserdem erhalten die Ablaufspitzen einen Stempel dicht an der Mündung.

§ 6.

Aichgebühren.

An Gebühren werden erhoben:	Mark	Pf.
a) bei der Aichung		
für Messgeräthe ohne Eintheilung	—	30
für Messgeräthe mit Eintheilung	—	80
b) bei blosser Prüfung		
für jede vollständige Maassgrösse oder jede geprüfte Stelle	—	10

Sind bei der Aichung an einem mit Eintheilung versehenen Messgeräthe ausser dem Gesammtinhalt mehr als fünf Stellen geprüft, so wird für jede Stelle mehr ein Zuschlag nach dem vorstehenden Satze unter b berechnet.

§ 7.

Aichungsstelle.

Die Aichung der Messgeräthe erfolgt bis auf weiteres durch die Normal-Aichungs-Kommission.

Berlin, den 26. Juli 1893.

Kaiserliche Normal-Aichungs-Kommission.
Huber.

Ueber Dichtungen für Vakuum und Druck.

Von **Ludwig Mach** in Prag.

Die dauerhafte Dichtung eines Raumes bereitet oft ganz erhebliche Schwierigkeiten, deren Ursache theils in dem verwendeten Dichtungsmaterial, theils in der Konstruktion des jeweiligen Verschlusses zu suchen ist. Ich will hier einige sehr verlässliche Dichtungen, welche seit einem Jahre von mir verwendet werden, beschreiben. Bei den Verdünnungsluftpumpen werden behufs guten Anschlusses die mit einander in Kontakt tretenden Flächen mit Fett eingerieben.[1]) Nach einiger Zeit jedoch bahnt sich die äussere Luft an einem *locus minoris resistentiae* einen Weg durch die Fettschicht, und der Raum ist nicht mehr dicht. Um eine dauernde Dichtung zu erzielen, kitte[2]) ich die gläserne Rezipientenglocke *rr* (Fig. 1 und 2) in einen hohl gearbeiteten Metallring *oo*, in dessen Inneres zwei, durch eine Scheidewand *s* getrennte Schlauchansätze *a* und *b* münden. Der Teller und die geschliffene Ringfläche ist mit einer möglichst dünnen Schicht von Wood's oder Rose's

Fig. 1.

[1]) Nach einer Mittheilung von Prof. E. Mach soll der verstorbene Münchener Physiker Prof. Jolly zur Pumpendichtung Poussirwachs benutzt haben. Ich habe mich von der Vortrefflichkeit dieser Dichtung selbst überzeugen können.

[2]) Als bester Kitt von Glas mit Metall wäre wohl eine Mischung von Minium mit eingedicktem Leinöl zu erwähnen. Derselbe braucht zum Festwerden zwar einige Wochen, wird jedoch durch oftmaliges Erhitzen steinhart, sodass man ihn bei Bruch des Glastheiles mit Meissel und Hammer aus den Rinnen entfernen muss. In dieser Zeitschrift (*1891, Seite 202*) ist ein Verfahren (*aus l'Electricien 1., S. 42, 1891 Cailletet*) angegeben, Glas und Porzellan mit Metallen durch Löthen zu verbinden. Bei der hermetischen Befestigung des Rezipienten in dem Ring dürfte diese Methode gute Dienste leisten.

Legirung überzogen.[3]) Will man den Rezipienten dicht aufsetzen, so lässt man bei *a* mittels eines Schlauches Wasserdampf eines wenige Gramm Wasser fassenden Kupferkesselchens (oder eines dazu hergerichteten Messingröhrchens) einströmen. Nach ungefähr einer Minute ist das Metall flüssig, und der Ring mit dem Teller luftdicht verlöthet. Ein derartiges Auf- und Absetzen dauert meiner Erfahrung nach nicht so lange wie das Verschmieren mit Fett, wobei die Reinlichkeit des ganzen Verfahrens mit in Anschlag zu bringen ist.

Eine weitere Ursache für das relativ rasche Eindringen der Luft in einen evakuirten Raum ist in der Ausführung der Verschlusshähne zu suchen. Fig. 3 zeigt die schematische

Fig. 2. Fig. 3.

Zeichnung eines Hahnes, der sich von einem gewöhnlichen Wirbelhahne nur dadurch unterscheidet, dass sein Körper hohl ist und mittels eines Ansatzröhrchens *a*, (ganz wie der Ring des Rezipienten) unter Dampf gesetzt werden kann. Anstatt eines Fettes wird hier Wood's Metall als Schmier- und Dichtungsmittel verwendet. Ein solcher Hahn dichtet, wie ich mich überzeugt habe, jahrelang. Ich benutze die beiden Metalllegirungen schon seit längerer Zeit zur Dichtung von grossen Rezipienten und Pumpen für Pressluft bis zu 120 Atm. Die Dichtung ist ebensogut als bequem und versagte mir niemals. Bemerkenswerth ist es, dass man bei diesem Zwischenmetall die Pumpenbestandtheile nicht so derb anziehen muss wie bei Bleieinlagen, wodurch die Gewinde bei feineren Apparaten sehr geschont werden. Ist es nöthig, etwas auseinander zu nehmen, so umwickle ich den betreffenden Theil mit Leinwand und giesse siedendes Wasser auf, worauf ich sofort mit Hilfe eines Schlüssels die Verschraubung lösen kann.

Referate.

Ein Volumenometer für die Ermittlung des Volumens grösserer Proben, besonders von Bodenproben.

Von Br. Tacke. *Zeitschr. f. angew. Chem. 1893. S. 39.*

Der Apparat, der im Original durch eine schematische Zeichnung verständlicher gemacht wird, besteht in seinen Hauptheilen aus einem durch Deckel dicht abschliessbaren Raum *A* von etwa 2 *l* Fassungsvermögen, der zur Aufnahme der Substanz bestimmt ist, deren Volumen ermittelt werden soll. Vermittels Tubulaturen schliessen sich an ihn an einerseits ein Wassermanometer, andrerseits eine Kugelröhre, an deren Schenkeln durch

[3]) Um einen Metalltheil mit Wood's Legirung (bei 64° C. flüssig, 16 Mk. per kg nach Trommsdorff's Notirung) zu überziehen, taucht man denselben in siedendes Wasser, in welchem etwas Salmiak aufgelöst ist. Erwärmung an einer offenen Flamme ist besonders bei kleineren Objekten zu vermeiden, da schon durch eine kleine Ueberhitzung die Legirung sich oxydirt und nicht mehr haftet. Rose's Metall ist bei 96° C. flüssig. Das Löthen mit diesem Material kann in einer schwachen Bunsen- oder Weingeistflamme unter Anwendung einer stark verdünnten Chlorzinklösung vorgenommen werden.

zwei Marken ein genau bekanntes Volum (225 *cm*) abgegrenzt ist. Der untere, rechtwinklig gebogene Schenkel derselben, der einen Hahn trägt, steht durch einen Schlauch mit einer Niveaukugel in Verbindung, von welcher aus das Kugelrohr mit Quecksilber gefüllt werden kann. Ferner kann der Luftraum A durch einen Hahn mit der Atmosphäre in Verbindung gesetzt werden, um im Inneren Atmosphärendruck herzustellen, und ausserdem ist der Luftraum sowie die Kugelröhre von Wasser umgeben, um sie während der Dauer einer Bestimmung auf annähernd gleicher und konstanter Temperatur zu erhalten. Vor einer Bestimmung ermittelt man das Volumen des Raumes A mit seinen seitlichen Ansätzen, indem man die in ihm bei Atmosphärendruck abgesperrte Luft durch Senken des Quecksilberniveaus um das bekannte Volum v ausdehnt. Dabei vermindert sich der anfangs vorhandene Druck P um die am Manometer abzulesende Grösse p, und man hat dann nach dem Mariotte'schen Gesetz die Beziehung:

$$A : A + v = P - p : P,$$

woraus man A berechnet.

Bringt man dann eine Substanz unbekannten Volumens x in das Gefäss A, so ist das dann abgeschlossene Luftvolum $A - x$; und wenn man nun manipulirt wie vorher, bekommt man die Beziehung:

$$A - x : A - x + v = P - p : P,$$

durch welche x gegeben ist.

Zur Erleichterung des Arbeitens mit seinem Apparat hat der Verfasser noch ein Röhrensystem konstruirt, das auf demselben Prinzip beruht wie das Lunge'sche Volumeter (vgl. *diese Zeitschr. 1890. S. 330*). Er erspart die Ablesung des Barometers und des Manometers, indem es ermöglicht, die abgesperrte Luft nach jeder Manipulation auf den gleichen Druck zu bringen wie ein zweites, gleichfalls abgesperrtes Luftquantum, dessen Volumveränderungen direkt ablesbar sind. *Fm.*

Radiometer und Photometer von Seguy.

L'Électricien II. 3. S. 324. (1892.)

Das Radiometer von Crookes besteht bekanntlich aus vier einseitig berussten, ähnlich wie die Flügel einer Windmühle angeordneten Glimmerblättchen, die sich in einem luftleer gepumpten Glasgefäss um eine vertikale Axe drehen können. Wird das Radiometer von Wärmestrahlen oder Lichtstrahlen getroffen, so fängt es an zu rotiren.

Seguy versucht den Crookes'schen Apparat dadurch in ein Messinstrument umzuwandeln, dass er das Flügelrad nach Art eines Galvanometermagneten in dem ausgepumpten Gefäss an einem langen Kokonfaden aufhängt. Die Ablenkung kann entweder mit Hilfe eines Zeigers oder besser mit Fernrohr und Skale an einem mit dem beweglichen System verbundenen Spiegel beobachtet werden. Gegen unbeabsichtigte Bestrahlung wird der Apparat durch ein Holzgehäuse geschützt, das nur nach einer Seite hin eine Oeffnung besitzt. Die von einem brennenden Streichholz ausgesandte Wärmestrahlung ruft schon eine Ablenkung hervor.

Das Instrument soll hauptsächlich zu photometrischen Messungen dienen. In den Strahlengang wird dann zur Absorption der Wärmestrahlen ein mit Alaunlösung gefüllter Trog eingeschaltet. Aus leicht ersichtlichen Gründen dürfte es indessen kaum möglich sein, Lichtquellen verschiedener Natur auf diese Weise photometrisch mit einander zu vergleichen. *Lck.*

Studie über die Stabilität der Rotationsaxe mit besonderer Rücksicht auf den Howell-Torpedo.

Von Karl Tullinger, K. u. K. Schiffbau-Oberingenieur. (*Mitth. aus dem Geb. des Seewesens 1893. Heft III.*)

Wenn ein Rotationskörper um seine Axe schnell rotirt und diese Axe so gelagert ist, dass sie sich nach jeder Richtung des Raumes frei bewegen kann, so würde sie gegen einen momentanen Impuls, der ihr eine bestimmte Winkelgeschwindigkeit ertheilt, in der

Weise reagiren, dass sie von der ursprünglichen Lage nur um einen geringen Betrag abweicht und das Bestreben zeigt, sofort wieder zur Ruhe zu gelangen. Tullinger untersucht nun das Gesetz, nach welchem die Ablenkung der Rotationsaxe unter den angenommenen Bedingungen erfolgt und zwar sowohl für den luftleeren Raum als auch für die Bewegung im widerstehenden Mittel. Das Resultat der einschlägigen Berechnungen lässt sich wie folgt zusammenstellen: „Erführt die Axe eines in einem Gehäuse frei rotirenden Körpers durch äusseren Impuls eine Ablenkung, so wird sie nach dem Aufhören des Impulses das Bestreben zeigen, sich in der Art eines konischen Pendels zu bewegen. Ist das Gehäuse jedoch von einem widerstehenden Mittel umgeben, so hat dieses den Effekt, die Amplitude der Pendelbewegung nach und nach zu verringern und die Axe einer neuen Gleichgewichtslage zuzuführen. Die Rotationsaxe besitzt also eine Stabilität, die sie befähigt, unter dem Einflusse der Widerstände eines umgebenden Mittels auf kurze Zeit wieder eine bestimmte Ruhelage einzunehmen, während sie ohne solchen Widerstand sich ohne Ende um eine gewisse Mittellage herum bewegen würde". *Gelcich.*

Löthrohrbeschläge auf Glas.

Von V. Goldschmidt. *Zeitschr. für Krystallographie und Mineralogie.* **21.** *S. 329. (1893).*

Ein prismatisches Stück Holzkohle *K* wird in dem Halter zwischen die Backen *MM* und die Schraube *S* festgeklemmt. Dagegen wird ein kurzes Stück Holzkohle *k* mit dem Haken *h* angepresst. *h* wird durch die Feder *f* angezogen und durch Drücken auf den Knopf *N* gelöst. *k* hat eine schiefe Fläche, die man durch Reiben auf Schmirgel- oder Glaspapier anschleift. In die schiefe Fläche macht man eine kleine Vertiefung *v* zum Einlegen der Probe.

Auf *K* legt man ein Glasplättchen *G*, z. B. einen Objektträger, ein grösseres Deckgläschen oder ein Glimmerplättchen, bringt die Probe in die Vertiefung *v* und bläst eine Flamme darauf. Es legen sich sublimirte Theile als Beschlag auf das Glas. Alle Beschläge, die man sonst auf Kohle macht, lassen sich so auf Glas herstellen. Um das Zerspringen des Glases zu verhüten, erwärmt man es über der Spiritusflamme, bis das sich aus der Flamme anlegende Wasser wieder verschwunden ist. Nach dem Gebrauch reinigt man das Kohlenstückchen *k* durch Reiben auf Schmirgelpapier, das Glas durch Abwaschen. Zum Blasen der Beschläge ist eine Spirituslampe der Oellampe häufig vorzuziehen, da sie nicht russt.

Dunkle Beschläge heben sich auf weissem Hintergrund ebenso gut ab, wie helle auf schwarzem. So kann man durch Wahl des Hintergrundes die Farben besser wahrnehmen. Der Hauptvorzug ist jedoch, dass die Glasbeschläge sich weiter untersuchen lassen.

Den Kohlenhalter liefert Herr Mechaniker P. Stoë in Heidelberg zum Preise von 4,75 Mark, sowie auch die zugehörigen langen und kurzen Kohlen und Glasplättchen.

Ueber einen neuen Glühofen für sehr hohe Temperaturen.

Von Richard Lorenz. *Zeitschr. f. anorgan. Chem. III. S. 220.*

Der Ofen ist ein für die Erzeugung hoher Temperaturen in geeigneter Weise modifizirter Verbrennungsofen, dem die Glaser'sche Konstruktion zu Grunde liegt. Das Wesentlichste an ihm ist, dass jeder Brenner in eine Gebläselampe umgewandelt ist. Jeder Brenner enthält ein zentrales Messingröhrchen von kleinem Durchmesser, das der Luftzufuhr dient, während das Gas durch ein seitliches Ansatzrohr eingeführt wird. Luft- und Gaszuführung ist für alle Brenner gemeinschaftlich, aber für jeden Brenner durch besondere Hähne regulirbar; die beiden zu einem Brenner gehörigen Hähne sind vertikal über einander angeordnet. Um den unteren Theil des Ofens vor der strahlenden Wärme zu schützen, ist über ihm ein flacher Kasten aus Kupferblech angebracht, der durch fliessendes Wasser kühl gehalten wird. *Fm.*

Neu erschienene Bücher.

Glaser-De Cew. Die dynamoelektrischen Maschinen, ihre Geschichte, Grundlagen, Konstruktion und Umwandlung. 6. Aufl. Von F. Auerbach. 304 S. mit 99 Abbildungen. Wien. M. 3,00.

S. P. Thompson. Der Elektromagnet. Deutsch von C. Grawinkel. Halle. In 5 Heften; jedes Heft M. 3,00.

S. P. Thompson. Die dynamoelektrischen Maschinen. Deutsch von C. Grawinkel. 29 Tafeln und 490 Abbildungen. Halle. In 12 Heften; jedes Heft M. 2,00.

J. Dinges. Die metrischen Maasse und Gewichte. 2. Auflage. Freising. M. 4,50.

J. Steigl und **K. Bichler.** Der Elektriker in Schule und Haus. Wien. 32 S. mit 40 Abbildungen. M. 0,50.

D. S. Troy. *The radiometer.* New-York. M. 2,50.

A. M. Dillon. *Le phonographe et ses applications.* Paris. M. 2,20.

E. M. Nelson. *The theory of telescopic vision.* London. M. 1,30.

C. Neumann. Die Haupt- und Brennpunkte eines Linsensystems. Elementare Darstellung. 2. Auflage. Leipzig. M. 1,20.

Poincaré. Thermodynamik. Uebersetzt von H. Jäger und E. Gumlich. Berlin, Julius Springer. M. 10,00.

Violle. Lehrbuch der Physik. Theil II. Bd. 1. Akustik und Optik. Uebersetzt von E. Gumlich, L. Holborn, H. Jäger und St. Lindeck. Berlin, Julius Springer. M. 8,00.

Vereins- und Personennachrichten.

Herr **F. Hasslacher** in Frankfurt a. M., vielen unserer Leser durch sein Interesse für die Bestrebungen der Deutschen Gesellchaft für Mechanik und Optik bekannt, theilt uns mit, dass er ein eigenes Büreau für Patent-, Marken- und Musterschutz in Frankfurt a. M. errichtet hat. Wir verfehlen nicht, unsere Leser hierauf aufmerksam zu machen und ihnen Herrn F. Hasslacher zu empfehlen.

Patentschau.

Trockenelementverschluss. Von Karl Strack in Schneidemühl. Vom 8. März 1892. No. 66676 Kl. 21.

Das Füllrohr g und das Gasabzugsrohr h dieses Trockenelements sind durch einen Gummischlauch verbunden, der das Element nach aussen abschliesst, jedoch auf der Seite der äusseren Krümmung mit Einschnitten i versehen ist, die unter vermehrtem Gasdruck von innen sich öffnen.

Selbthätiger Ausschalter. Von Hartmann & Braun in Bockenheim. Vom 5. April 1892. No. 66678. Kl. 21.

Die Vorrichtung soll bei Ueberschreitung der zulässigen Stromstärke den Stromkreis unterbrechen und zwar ein Wiedereinschalten gestatten, nicht aber die Möglichkeit zulassen, dass etwa durch Festbinden des Schalthebels die Sicherung ausser Thätigkeit gesetzt werde. Zu diesem Zweck ist der Ausschalter mit einem Gehäuse umgeben, aus dem nur der Hebel G herausragt. Wie aus der Figur ersichtlich, kann das Festhalten desselben die durch den Elektromagneten S bewirkte Auslösung des Hebels A, wodurch der Stromkreis unterbrochen wird, nicht verhindern. Das Wiedereinschalten erfolgt durch Hochheben von G, während dessen der Stromkreis gleichfalls unterbrochen wird, sodass auch ein Festhalten von G in dieser Lage nicht angeht.

Elektrisches Luftraumkabel mit verdrehten kantigen Leitern. Von Felten und Guilleaume in Mühlheim a. R. Vom 8. Dezember 1891. No. 66649. Kl. 21.

Um zur Herabminderung der Ladefähigkeit eine möglichst geringe Berührungsfläche zwischen Leiter und Isolirhülle unter Bildung von Lufträumen zu erreichen, werden bei diesem Kabel kantige Leiter (Fig. 1) verwendet, die vor ihrer Umhüllung mit einem Isolirband um ihre Längsaxe verdreht werden (Fig. 2–4).

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Pendelhemmung mit konstanter Kraft. Von C. Weiss in Glogau. Vom 23. Juni 1892. No. 66325. Kl. 83.

An einem durch ein Gewicht *g* belasteten Hebel *d* ist ein loses Triebrad *c* gelagert, welches gleichzeitig mit einem zeitweise festgehaltenen und mit einem lose laufenden Kronrad (*a* und *a'*) so in Verbindung steht, dass durch den Druck des sinkenden Hebels *d* mit Hilfe des Triebrades *c* das Kronrad *a'* und von diesem aus das Steigrad *i* in Drehung versetzt wird. Die Hebung des gesunkenen Treibhebels geschieht nach Auslösung einer Sperrung *df* durch das von dem Uhrwerk angetriebene Kronrad *a* wiederum mit Hilfe des Rades *c*.

Die Welle des Sperrarmes *f* wird von der Gewichtswalze *w* aus angetrieben.

Selbthätige Mess- und Sortirmaschine. Von Sponholz & Wrede in Berlin. Vom 14. Januar 1892. No. 64391. Kl. 49.

Nachdem durch Einwirkung der Schraube *o* auf die Stange *n* der Messstempel *k* gehoben und der Aussenschlitten *c* nebst dem von ihm gehobenen Fallkörper *d* mittels der Scheibe *h* auf die Stange *f* in seine höchste Lage gebracht worden ist, wird der zu messende Gegenstand durch eine entsprechende Transportvorrichtung unter den Messstempel gebracht. Während die eingetretene Abwärtsbewegung des Messstempels durch Aufstossen auf den zu messenden Gegenstand unterbrochen wird, wird den Schneiden *x* und *y* des Hebels *i* durch die Schneide *z* des Messstempels eine von der Stärke des gemessenen Gegenstandes abhängige Lage ertheilt. Dieser Lage entsprechend wird der mit dem ebenfalls niedergehenden Aussenschlitten *c* zusammen sich bewegende Innenschlitten *d* abgefangen, wobei der Anschlag *v* und die Stange *t* den Abführtrichter einstellt, dessen Lage durch die Sperrvorrichtung der Hebel *s* und *w* fixirt wird. Durch den Trichter *q* gelangt dann das gemessene Stück in den Sortirbehälter *r*.

Verfahren, mittels des beim Lochen von Metall sich bildenden Putzens zu nieten. Von Mix & Genest in Berlin. Vom 8. Juni 1892. No. 66857. Kl. 49.

Die Verbindung von Metallplatten durch Nietung wird so ausgeführt, dass das eine der zu verbindenden Stücke nicht völlig durchlocht wird, und der von dem Lochstempel theilweise aus demselben herausgedrückte Lochputzen als Nietschaft benutzt wird.

Phonograph. Von L. Rosenthal in Frankfurt a. M. Vom 13. November 1891. No. 66942. Kl. 42.

Während bei den bisher bekannten Apparaten Membranen von $^1/_3$ bis $^1/_{10}$ *mm* und geringerer Stärke verwendet wurden, werden bei diesem Phonographen solche von 2, 3, 4 *mm* und noch grösserer Stärke benutzt. Diese haben deshalb die Kraft, in viele Metalle, wie Blei, Zinn, Zink, Messing, Kupfer die Schallwellen direkt einzugraben. Auf diese Weise erhält man sehr haltbare und scharfe Phonogramme, welche ohne weitere Behandlung auf demselben Apparate zur Wiedergabe der Töne verwendet werden können. Zum Zweck grösserer Empfindlichkeit und Genauigkeit der Leistungen des Instrumentes ist eine Druckfeder angeordnet, welche die Geberschallplatte schon im Ruhezustande durch einseitigen Druck auf die Plattenmitte in einen Spannungszustand versetzt.

Oelprüfungsapparat. Von A. Strauher in Leipzig. Vom 3. Mai 1892. No. 66223. Kl. 42.

Der Apparat dient zur direkten Bestimmung des Reibungskoeffizienten von Oelen und Fetten mit gleichzeitiger Angabe der Temperatur und besteht aus einem in einer Vertikalebene sich drehenden Ring *a* aus entsprechendem Metall. Dieser Ring ist innen ausgespart, um ein Fortschleudern des Oeles zu vermeiden. Die Bremsbacke *b* liegt lose auf dem Grund dieser Aussparung und wird durch das frei herabhängende Gewicht *c* belastet. Durch die Drehung des Ringes *a* wird die Bremsbacke *b* um einen Winkel α mitgenommen, bis das Gleichgewicht hergestellt ist. Die Tangente des Winkels α giebt dann direkt den Reibungskoeffizienten an. Durch einen Zeiger *d* oder sonstige Uebertragung kann dieses Maass graphisch aufgezeichnet werden. Die Bremsbacke ist noch mit einem Thermometer versehen, um gleichzeitig die Temperatur ablesen zu können.

Mikrophon mit unter Federdruck stehenden Kohlenkugeln und doppelter Schallplatte. Von Albin Gröper in Düsseldorf. Vom 29. März 1892. No. 66652. Kl. 21.

In einem Kohlenkörper *h* sind hintereinander liegende Kohlenkugeln *c* angeordnet, die durch eine mittels der regelbaren Feder *m* auf sie wirkende Kohlenscheibe *n* in Berührung mit einer Kohlenschallplatte *b* gehalten werden. Zwischen dieser Schallplatte und dem Schalltrichter ist eine zweite Schallplatte *a*, die gegen Feuchtigkeit unempfindlich ist, derart angeordnet, dass zwischen beiden Schallplatten ein allseitig fest eingeschlossener Luftraum verbleibt.

Vorrichtung zum elektrischen Ein- und Ausschalten von Elektrizitätszählern u. dgl. (Zus. z. Pat. No. 63530 vom 27. November 1890). Von Prof. Dr. H. Aron in Berlin. Vom 20. August 1891. No. 66727. Kl. 21.

Die im Hauptpatent angegebene Anordnung eines Elektromagneten, dessen auf einen Eisenanker ausgeübte Anziehung die Einschaltung der elektrischen Vorrichtung bewirkt, ist in folgender Weise abgeändert: An Stelle des Elektromagneten können Spulen benutzt werden, welche zwei Arten von Wickelung *a* und *b* enthalten. Die Anziehung dieser Spulen wird auf einen in dieselben beweglich eingesetzten Weicheisenkern oder auf eine im Nebenschluss gehaltene Spule *A* mit vielen Windungen dünnen Drahtes ausgeübt. Durch die Bewegung des Eisenkernes oder der Spule *A* wird die Einschaltung der elektrischen Vorrichtung in derselben Weise herbeigeführt, wie dies durch den Anker *C* des Hauptpatentes geschieht.

Relais für Fernsprechzwecke. Von S. L. L. Wiegand in Philadelphia. Vom 17. September 1890. No. 66909. Kl. 21.

Bei dieser Vorrichtung werden die unter dem Einfluss erregender Ströme entstehenden Längenänderungen eines Elektromagnetkernes *A* dazu benutzt, in der aus der Figur ersichtlichen Weise die Berührungsinnigkeit zwischen zwei Kohlestromschlussstücken zu verändern; in den zugehörigen Stromkreisen werden dadurch Widerstandsänderungen hervorgerufen, die den Stromschwankungen in der Spule *B* entsprechen. Durch besondere Ausbildung des Magnetkernes können die Längenänderungen desselben noch bedeutender gemacht werden.

Elektrische Registrirvorrichtung. Von Ch. L. Jäger in Maywood. Vom 5. April 1892. No. 66850. Kl. 42.

Diese Registrirvorrichtung soll hauptsächlich bei Seekompassen Anwendung finden. Sie besteht aus der Verbindung der Magnetnadel *C* mit einer Metallspirale *D*, welche den Bewegungen der Nadel folgt. Diese Metallspirale ist über einem Leiter, einer leitenden Platte *G*, angeordnet, und zwischen beiden befindet sich eine mit einem radialen geraden Schlitz versehene Isolirplatte *E*. Der zur Registrirung dienende Papierstreifen *P* wird unter diesem Schlitz fortbewegt, und die Registrirung findet durch elektrische Funken statt, welche an dem Kreuzungspunkte des Schlitzes mit der Spirale von dieser nach der leitenden Platte überspringen. Die Krümmung der Spirale ist so, dass jeder ihrer Punkte einem bestimmten Grad der Nadelabweichung entspricht.

Auf demselben Papierstreifen können durch überspringende Funken auch selbthätig Vermerke über die Anzahl der vom Schiff durchlaufenen Wegeeinheiten gemacht werden, wobei mit dem Logg eine Kontaktvorrichtung verbunden ist, welche nach Vollendung jeder Wegeeinheit Stromschluss giebt.

Verfahren zur Herstellung von Aluminiumloth. Von M. H. Lançon in Bienne, Schweiz. Vom 20. Dezember 1891. No. 66398. Kl. 49.

Das Verfahren besteht darin, dass reines Aluminium geschmolzen, die Oberfläche des geschmolzenen Metalls mit einer Schicht Phosphorsäure, saurem Natriumsulphat, Fluorverbindungen oder anderen sauer reagirenden Salzen vollständig bedeckt wird und schliesslich dem geschmolzenen Metall eine geringe Menge von Kupfer und Zinn oder Kupfer, Wismuth und Zink, oder endlich Kupfer, Antimon, Wismuth und Zinn zugesetzt wird. Die prozentische Zusammensetzung des Lothes ist verschieden, je nach der Art der zu löthenden Gegenstände. Für Drähte und dünne Gegenstände wird das Loth zusammengesetzt aus 95 Th. reinem Aluminium, 1 Th. Kupfer, 4 Th. Zinn. Die 4 Theile Zinn können ersetzt werden durch 2 Th. Wismuth, 1 Th. Zink, 1 Th. Zinn.

Für grosse Aluminiumstücke und Aluminiumbleche hat das Loth folgende Zusammensetzung: 95 Th. reines Aluminium, 2 Th. Kupfer, 1 Th. Antimon, 1 Th. Wismuth, 1 Th. Zink. Die Zusammensetzung kann auch folgende sein: 60 Th. reines Aluminium, 13 Th. Kupfer, 10 Th. Wismuth, 15 Th. Antimon und 2 Th. Zinn.

Vorrichtung zum Härten von Stahl. Von G. F. Simonds in Fichtburg. Vom 29. März 1892. No. 66735. Kl. 49.

Die Vorrichtung soll verhüten, dass das zu härtende Arbeitsstück der unmittelbaren Einwirkung der Luft ausgesetzt wird. Es ist hierzu ein Kasten *A* durch eine Scheidewand *D*, welche nicht ganz bis auf den Boden reicht, in zwei Kammern *B* und *C* getheilt. Die eine dieser Kammern ist mit Salzsoole, die andere mit Oel gefüllt. Das zu härtende Arbeitsstück wird mittels eines Drahtkorbes *F* in die mit Soole gefüllte Kammer eingebracht und darauf unter der Scheidewand *D* hindurch in die andere mit Oel gefüllte Kammer geschoben, sodass der unmittelbare Zutritt der Luft während der beiden Stadien des Abkühlungsprozesses vermieden wird.

Die Ueberführung der Arbeitsstücke aus der einen Kammer in die andere kann auch durch eine mechanische Vorrichtung geschehen.

Für die Werkstatt.

Einige neuere Zangen. Mitgetheilt von K. Friedrich.

Den allgemein bekannten und gebräuchlichen Greif- und Beisswerkzeugen, Flach-, Rund-, Beiss- und Rohrzange, haften mancherlei Mängel an, welche zu verschiedenen Neukonstruktionen dieser Werkzeuge geführt haben. Die beistehend abgebildeten Formen werden von der Werkzeughandlung Wilh. Eisenführ, Berlin S. verkauft.

Fig. 1 stellt eine Flachzange dar, deren Greifbacken sich parallel zu einander öffnen; zu diesem Zwecke ist die linke Backe b_1 gelenkig mit dem rechten Handgriff g_2 verbunden und

führt sich mit einem Schlitze t auf einem Stifte s, der in dem linken Handgriffe g_1 sitzt. In derselben Weise ist die rechte Backe b_2 mit dem linken und rechten Handgriff g_1 und g_2 verbunden. Beide Handgriffe drehen sich um einen Verbindungsstift v, der sich im Mittelpunkt der durch die vier Scharnierstifte gebildeten Figur befindet. Durch diese parallelogrammartige Führung werden die Backen parallel zu einander geöffnet und halten eingespannte Stücke mit ihren ganzen gerieften Greifflächen, während die gewöhnliche Flachzange zumeist nur in einer Linie oder sogar nur in einem Punkte klemmt. Zum Halten runder Stücke ist in die Greifflächen je eine dreikantige Nute eingefeilt. Die Aussenflächen der Handgriffe sind zur bequemeren Handhabung der Zange gerieft.

Fig. 1.

Die Backen bestehen aus hartem Stahle, die Griffe sind aus weichem Stahlblech gestanzt. Hier dürfte ein Mangel zu finden sein, weil die Scharniere ihre Lager in den Blechgriffen über kurz oder lang ausweiten werden. Der Preis der Zange stellt sich auf M. 3,75.

Fig. 2 zeigt eine bereits häufiger angewendete Beisszange. Dem Nachtheil der gewöhnlichen Beisszange, dass ihr Gebrauch die Hand ungemein anstrengt, ist hier dadurch abzuhelfen gesucht, dass der Handdruck durch eine Hebeleinrichtung auf die Beissbacken übertragen wird. Zu dem Ende sind die Backen über ihr Scharnier hinaus beträchtlich verlängert und mit den Handgriffen in der ersichtlichen Weise durch Gelenk verbunden. Eine Spiralfeder zwischen den Griffen hält die Backen im Ruhezustande geöffnet; ein ebenfalls dort angebrachter Anschlag hindert die Schneiden der Backen, sich beim Gebrauche der Zange gegenseitig zu beschädigen. Preis der Zange M. 6,—.

Die Anordnung erfüllt den angedeuteten Zweck recht gut, leidet aber an dem Mangel, dass nach Abnutzung der Backenschneiden der ganze Mechanismus werthlos wird. Es dürfte zu überlegen sein, ob es sich nicht empfiehlt, für solche komplizirteren Mechanismen die Backen auswechselbar zu machen, was indessen auch nicht frei von Mängeln ist.

Eine einfache und ausgiebig verwendbare Rohrzange stellt Fig. 3 dar. In der hier gezeichneten Stellung ist sie zum Fassen dünnerer Rund- und Flachstücke verwendbar. Verschiebt man die Backen, welche mit den Handgriffen aus einem Stück bestehen, so gegeneinander, dass der Stift d sein augenblickliches Lager verlässt und in das Loch e zu liegen kommt, so ist die Zange auch für grössere Stücke verwendbar. Die Verschiebung der Backen gegeneinander ist dadurch ermöglicht, dass der Stift d eine Anfeilung besitzt, die sich durch die Verengung zwischen den beiden Löchern e hindurch schieben lässt. Die Rohrzange kostet M. 4,—.

Fig. 2.

Fig. 3.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Abbe** und **H. Haensch.**

Redaktion: Prof. Dr. **A. Westphal** in Berlin.

XIII. Jahrgang.	**Dezember 1893.**	Zwölftes Heft.

Ueber das Abbe-Fizeau'sche Dilatometer[1]).

Von

Dr. **C. Pulfrich** in Jena.

(Mittheilung aus der optischen Werkstätte von Carl Zeiss in Jena).

(Fortsetzung und Schluss von Seite 416.)

Der Abstand, in welchem die gleichen Werthen von r zugehörigen Werthe von M_0 auf einander folgen, hängt von dem Verhältniss der Wellenlängen der benutzten Spektrallinien ab. Je mehr sich dieses Verhältniss von der Eins entfernt, d. h. je weiter die beiden Spektrallinien von einander abstehen, desto häufiger folgen die betreffenden Werthe aufeinander, und umgekehrt vergrössert sich der Abstand zwischen den Werthen M_0 in demselben Maasse, wie sich der Abstand zwischen den beiden Spektrallinien vermindert. Für die Praxis verwendbar bleiben nur diejenigen Spektrallinien, die noch Unterschiede zwischen den einzelnen aufeinanderfolgenden Werthen von r ergeben, welche grösser sind, als der Fehler des beobachteten r beträgt. Sind die genannten Unterschiede gleich oder kleiner als 0,02, so ist es natürlich mit der Sicherheit der Pointirung der einzelnen Werthe für M_0 vorbei. Die Anwendung von sehr nahe zusammenliegenden Spektrallinien hat also ihre ganz bestimmte Grenze.

Die nachstehende Tabelle möge die Verhältnisse veranschaulichen, wie sie sich für unsere drei Spektrallinien H_α (C), Hg grün, und H_β (F) ergeben haben (bezüglich der gelben Quecksilberlinie vgl. den nächstfolgenden Paragraphen). Zunächst ist ersichtlich, dass der Unterschied der aufeinanderfolgenden Werthe r hinreichend gross ist — in dem einen Falle 0,17, in dem anderen 0,12 —, so dass man nicht zu befürchten braucht, dass sich in die Reihe der Zahlen M_0 eine falsche Zahl einschleicht. Ferner, was die Abstände der gleichen Werthen von r zugehörigen Werthe von M_0 anbetrifft, so ist zu sehen, dass der Unterschied zwischen den aufeinanderfolgenden Zahlen M_0 für die Kombination $C - Hg$ 6, und 8 für die Kombination $F - Hg$ beträgt. In Millimetern ausgerechnet bedeuten diese Zahlen Differenzen für die Dicke der Luftschicht im Betrage von 0,0016 bezw. 0,0022 *mm*. Es ist also sofort zu sehen, da die direkte Bestimmung der Dicke der Luftschicht (mittels des Dickenmessers) mit einem Fehler von nahezu der gleichen Grössenordnung behaftet ist, dass man bei Beschränkung auf eine der beiden Kombinationen noch nicht mit genügender Sicherheit aus der Reihe der Zahlen M_0 diejenige ansprechen kann, welche der Dicke der Luftschicht thatsächlich zukommt.

[1]) Erweiterung der in dem Katalog über optische Messinstrumente von Carl Zeiss, Jena 1893, gegebenen Beschreibung des Apparates.

Tabelle für $M_0 \mu = M + \delta - \delta_0 \mu = M + r$.

Dicke der Luftschicht	*Hg* grün	*C* $\mu = 0{,}83206$	*F* $\mu = 1{,}12300$	Dicke der Luftschicht	*Hg* grün	*C* $\mu = 0{,}83206$	*F* $\mu = 1{,}12300$
mm	M_0	$M_0 \cdot \mu$	$M_0 \mu$	*mm*	M_0	$M_0 \cdot \mu$	$M_0 \mu$
0	0	0	0		8	6,50	3,74
	1	0,83	1,12		9	7,34	4,87
	2	1,66	2,25	$0{,}035_5$	130	8,17	5,99
	3	2,50	3,37		1	9,00	7,11
	4	3,33	4,49		2 ⊙	9,83 ⊙	8,23 ⊙
$0{,}001_4$	5	4,16	5,61		3	110,66	9,36
	6	4,99	6,78		4	1,49	150,48
	7	5,82	7,86	$0{,}036_9$	5	2,33	1,60
	8	6,66	8,98		6	3,16	2,73
	9	7,49	10,11		7	3,99	3,85
$0{,}002_7$	10	8,32	11,23		8	4,82 ⊙	4,97
.	.	.	.		9	5,66	6,10
.	.	.	.	$0{,}038_2$	140	6,49	7,22 ⊙
.	.	.	.		1	7,32	8,34
$0{,}032_8$	120	99,84 ⊙[1]	134,76		2	8,15	9,47
	1	100,67	5,88		3	8,98	160,59
	2	1,50	7,00		4	9,81 ⊙	1,71
	3	2,33	8,13	$0{,}039_6$	5	120,65	2,83
	4	3,17	9,25 ⊙		6	1,48	3,95
$0{,}034_2$	5	4,01	140,38	.	.	.	.
	6	4,84 ⊙	1,50	.	.	.	.
	7	5,67	2,62	.	.	.	.

Jeder Zweifel verschwindet aber sofort, wenn man die beiden Kombinationen **gleichzeitig** anwendet. Da die gesuchte Zahl M_0 in beiden Zahlenreihen enthalten sein muss, die Werthe M_0 aber in jeder der beiden Reihen in verschiedenen Abständen aufeinanderfolgen, so lassen sich alle diejenigen Werthe, welche sowohl in der einen als auch in der anderen Reihe enthalten sind, zu einer **neuen Reihe** zusammenstellen, deren einzelne Glieder nun aber schon um 24 (d. i. das kleinste gemeinschaftliche Vielfache von 6 und 8) von einander abstehen. Für die Dicke der Luftschicht macht das bereits einen Unterschied von 0,0066 *mm*, also eine Grösse, welche die bei dem Dickenmesser vorkommenden Ungenauigkeiten erheblich überschreitet. **Wir sind also nunmehr in der Lage, mit grösster Sicherheit die gesuchte Zahl** M_0 **anzugeben** und daraus den genauen Werth für die Dicke der Luftschicht zu berechnen.

Es ist eigentlich selbstverständlich, dass man im gegebenen Falle bei der Aufstellung der Tabelle **über eine bestimmte Anzahl von Werthen für** M_0 nicht hinauszugehen braucht. Da die angenäherte Kenntniss der gesuchten Zahl M_0 sich aus der direkten Bestimmung der Dicke der Luftschicht ergiebt ($M_0 = d/0{,}000273$), so richtet sich Anfang und Ende der Tabelle nach den oben genannten Grenzen der Genauigkeit, mit welcher die Kenntniss der Dicke d aus der direkten Dickenmessung hervorgeht.

Für den Umfang der obigen Tabelle war das nachstehend mitgetheilte **Beispiel** maassgebend. Indem wir bezüglich des Inhaltes dieser Tabelle

[1]) Auf die durch dieses Zeichen hervorgehobenen Zahlenwerthe nimmt das auf folgender Seite mitgetheilte **Beispiel** Bezug.

auf unsere früheren Ausführungen (S. 413) verweisen, gehen wir sofort zu einer Berechnung der Dicke der Luftschicht über. Dieselbe war mit dem Dickenmesser zu 0,037 *mm* gefunden. Die gesuchte Zahl M_0 muss daher in die Nähe von 135 zu liegen kommen.

$d = 0{,}037$ *mm*.

	C			*Hg* grün			*F*			*C* zur Kontrole
l_1	12	13	11	15	16	13	98	01	97	13
l_2 oder l_0	202	199	198	197	99	97	257	162	262	199
	238	39	36	200	201	200	307	207	307	235
l_3	461	60	57	387	90	87	430	334	432	457
l_4	237	237	235	200	202	199	262	166	264	235
OS	−35	−38	−37	±0	−1	+1	45	41	43	−36
b	$224{,}_5$	$223{,}_5$	$223{,}_0$	$186{,}_0$	$187{,}_0$	$187{,}_0$	$166{,}_0$	$166{,}_5$	$167{,}_5$	$222{,}_0$
δ	$-0{,}15_6$	$-0{,}17_0$	$-0{,}16_4$	± 0	$-0{,}00_5$	$+0{,}00_5$	$0{,}27_1$	$0{,}24_6$	$0{,}25_7$	$-0{,}16_2$

Wir bilden zuerst die Mittelwerthe von δ und leiten daraus die Grösse $r = \delta - \delta_0 \mu$ ab. Wir erhalten:

C	*Hg* grün	*F*
$\delta = -0{,}16_4$	$\delta_0 = 0{,}00_0$	$\delta = 0{,}25_8$

$$\underbrace{\delta = -0{,}16_4 \quad \delta_0 = 0{,}00_0}_{r = -0{,}16_4} \quad \underbrace{\delta_0 = 0{,}00_0 \quad \delta = 0{,}25_8}_{r = 0{,}25_8}$$

Es fragt sich hier, wie man mit dem negativen Werthe von r verfahren soll, da in der Tabelle für $M_0 \mu$ nur positive Werthe vorkommen. Der Werthbereich der Grösse r ist mit grosser Annäherung durch die beiden Grenzen -1 und $+1$ bezeichnet. Unseren früheren Festsetzungen zufolge sind die Grössen δ und δ_0 stets zwischen $-\frac{1}{2}$ und $+\frac{1}{2}$ gelegen, ferner ist der Quotient μ für beide Strahlenpaare sehr nahe gleich eins. Nur in wenigen Ausnahmefällen kann es vorkommen, dass die obigen Grenzen für r um ein geringes überschritten werden.

In den Fällen nun, wo sich für r ein Werth ergiebt, der zwischen 0 und $+1$ gelegen ist, verfährt man in der angegebenen Weise. In allen anderen Fällen muss man zunächst durch Hinzufügen einer ganzen Zahl a den Werth von r so umformen, dass $r + a$ einen positiven Rest kleiner als eins darstellt. In der Mehrzahl dieser Fälle (r zwischen 0 und -1 gelegen) muss somit die Zahl $+1$ hinzuaddirt werden und man hat nun in der Tabelle alle mit $r + 1$ übereinstimmenden Werthe aufzusuchen. Auf die Angabe der Zahl M_0 hat diese Umformung von r keinen Einfluss, diese kann sofort aus der Tabelle herausgeschrieben werden. Wohl aber muss bei der Bestimmung von M dem Umstande Rechnung getragen werden, dass die Bedeutung der mit $M_0 . \mu$ bezeichneten Werthe jetzt eine andere ist, nämlich $(M - 1) + (r + 1)$. Indem man daher zu der neben $(r + 1)$ stehenden Zahl $(M - 1)$ noch $+1$ hinzuzählt, erhält man auch die gesuchte Zahl M. Entsprechend verfährt man in den weiteren Ausnahmefällen.

Die Berechnung unserer obigen Versuchsreihe gestaltet sich daher in folgender Weise:

$$(C - Hg) \quad M_0 = \ldots 120,\ 126,\ \mathbf{132},\ 138,\ 144,\ \ldots$$
$$(F - Hg) \quad M_0 = \ldots 116,\ 124,\ \mathbf{132},\ 140,\ \ldots\ldots$$

somit

$$M_0 = 132, \quad M_C = 110, \quad M_F = 148$$

und

$$d = \begin{Bmatrix} 109{,}83_6 & \lambda_C/_2 \\ 132{,}00_0 & \lambda_0/_2 \\ 148{,}25_6 & \lambda_F/_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 132{,}00_6 & \lambda_0/_2 \\ 132{,}00_0 & \lambda_0/_2 \\ 132{,}02_0 & \lambda_0/_2 \end{Bmatrix} = 0{,}036039 \; mm.^{1)}$$

Ein zweiter Versuch mit etwas abgeänderter Streifenbreite — die Dicke wurde mit dem Dickenmesser wieder gleich 0,037 *mm* gefunden — ergab folgende Werthe:

$$\begin{array}{ccc} C & Hg \text{ grün} & F \\ \delta = 0{,}15_4 & \delta_0 = -0{,}20_6 & \delta = 0{,}40_6 \end{array}$$

$$r = 0{,}32_6 \qquad r = 0{,}63_7$$

$$M_0 = \ldots\ldots 123,\ 129,\ \mathbf{135},\ 141,\ 147,\ \ldots\ldots$$

$$M_0 = \ldots\ldots 119,\ 127,\ \mathbf{135},\ 143,\ \ldots\ldots\ldots$$

folglich

$$M_0 = 135 \qquad M_C = 112 \qquad M_F = 151$$

und

$$d = \begin{Bmatrix} 112{,}15_4 & \lambda_C/_2 \\ 134{,}79_4 & \lambda_0/_2 \\ 151{,}40_6 & \lambda_F/_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 134{,}79_2 & \lambda_0/_2 \\ 134{,}79_4 & \lambda_0/_2 \\ 134{,}82_3 & \lambda_0/_2 \end{Bmatrix} = 0{,}036801 \; mm$$

Ein dritter Versuch endlich, bei einer etwas anderen Temperatur, sonst unter den gleichen Versuchsbedingungen wie Versuch 2, führte zu folgenden Ergebnissen:

$$\begin{array}{ccc} C & Hg \text{ grün} & F \\ \delta = -0{,}13_3 & \delta_0 = 0{,}44_1 & \delta = 0{,}00_0 \end{array}$$

$$r = -0{,}50_0 \qquad r = -0{,}49_5$$

$$r + 1 = 0{,}50_0 \qquad r + 1 = 0{,}50_5$$

$$M_0 = \ldots\ldots 122,\ 128,\ \mathbf{134},\ 140,\ 146,\ \ldots\ldots$$

$$M_0 = \ldots\ldots 118,\ 126,\ \mathbf{134},\ 142,\ 150,\ \ldots\ldots$$

folglich

$$M_0 = 134, \qquad M_C = 112, \qquad M_F = 151$$

und

$$d = \begin{Bmatrix} 111{,}86_7 & \lambda_C/_2 \\ 134{,}44_1 & \lambda_0/_2 \\ 151{,}00_0 & \lambda_F/_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 134{,}44_7 & \lambda_0/_2 \\ 134{,}44_1 & \lambda_0/_2 \\ 134{,}46_1 & \lambda_0/_2 \end{Bmatrix} = 0{,}036705 \; mm.$$

Ich habe die vorstehenden Versuchsreihen nicht allein aus dem Grunde mitgetheilt, um einige Beispiele für die Art der Berechnung von M_0 und M zu geben und um zu zeigen, welcher Grad der Genauigkeit für die Bestimmung der Dicke der Luftschicht thatsächlich erreicht wird, sondern vornehmlich auch aus dem Grunde, um an diese Versuchsreihen noch einige weitere Bemerkungen zu knüpfen, die sich auf die Revision bezw. Neubestimmung des Quotienten λ_0/λ beziehen.

Die von uns den bisherigen Rechnungen zu Grunde gelegten Werthe für die beiden Quotienten λ_0/λ hatten wir aus den an früherer Stelle (S. 406) mitgetheilten Wellenlängen abgeleitet. Jene Angaben waren den Landolt'schen Tabellen entnommen (Mittelwerthe der auf $\lambda_D = 0{,}5893$ reduzirten Messungen und auf vier Stellen abgerundet). Es ist nun aber sofort zu sehen, dass die für eine bestimmte Dicke gefundenen Werthe $M + \delta$ in der Beziehung zu den Wellenlängen sich befinden, dass gesetzt werden kann:

$$\mu = \lambda_0/\lambda = (M + \delta)/(M_0 + \delta_0).$$

[1]) Bezüglich der Uebereinstimmung der Faktoren von $\lambda_0/_2$ vergl. weiter unten S. 442.

Indem wir daher, wie in den obigen Beispielen gezeigt wurde, auf die absolute Dicke der Luftschicht zurückgehen, sind wir im Stande, das Verhältniss der Wellenlängen neu zu bestimmen. Die Genauigkeit für diese Bestimmung des Quotienten richtet sich ganz nach der Dicke der Luftschicht. Es ist leicht zu sehen, dass man diesen Bestimmungen eine Genauigkeit geben kann, welche die mit Hilfe von Beugungsspektren erreichte bedeutend überschreitet und welche in dem Maasse eine immer weitergehende Steigerung erfährt, als man, in analoger Weise wie bei der Bestimmung der Schwingungsdauer eines Pendels, von anfänglich geringen Dicken der Luftschicht zu immer grösseren Dicken übergeht. Es ist nicht unbedingt nothwendig, dass man vorher schon etwas über die Grösse des Quotienten weiss, weil man in erster Annäherung denselben aus dem Verhältniss der mikrometrisch gemessenen Streifenbreiten ableiten kann. Nur darf in solchem Falle die Dicke der Luftschicht anfänglich nicht zu gross gewählt werden. Der früher erwähnte Hilfsapparat dürfte auch für diese Aufgaben nützliche Verwendung finden[1]).

Für eine solche Bestimmung des Quotienten λ_0/λ hat es ein Interesse, sich zu überzeugen, wie weit die Konstanz des Quotienten reicht. Durch den Umstand, dass die Wellenlänge mit jeder Temperatur- und Druckänderung der Luftschicht eine Aenderung erleidet (vgl. unter 5 S. 451), muss natürlich auch der Quotient λ_0/λ in irgend einer Weise beeinflusst werden. Um diesen Einfluss zu bestimmen, erinnern wir uns, dass wir setzen können:

$$\lambda_2 = \lambda_1 \frac{n_1}{n_2},$$

unter n_1 und n_2 die den beiden Temperaturen t_1 und t_2 ($t_2 > t_1$) zugehörigen Brechungsindizes der Luft und unter λ_1 und λ_2 die entsprechenden Werthe für die Wellenlängen verstanden. Da dieselbe Beziehung auch für jede andere Spektrallinie zutrifft, so folgt für unseren Quotienten:

$$\left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)_2 = \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)_1 \frac{\left(\frac{n_0}{n}\right)_1}{\left(\frac{n_0}{n}\right)_2},$$

wofür in Anbetracht des Umstandes, dass die Werthe von n sich nur wenig von 1 unterscheiden, auch gesetzt werden darf:

$$\left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)_2 = \left(\frac{\lambda_0}{\lambda}\right)_1 \left[1 + (n_0 - n)_1 - (n_0 - n)_2\right].$$

In dieser Formel stellt $(n_0 - n)_1$ die Dispersion der Luft für die Temperatur t_1 und $(n_0 - n)_2$ die Dispersion der Luft für die Temperatur t_2 dar, beides Grössen, die, wie ein Blick auf die weiter unten stehenden Zahlen für n (S. 454) erkennen lässt, noch nicht zwei Einheiten der 6. Dezimale von n ausmachen. Die Dispersionsänderung $\left((n_0 - n)_1 - (n_0 - n)_2\right)$ ist natürlich noch um ein erhebliches kleiner. Daraus geht hervor, dass die Aenderungen des Quotienten λ_0/λ ganz ausserordentlich geringfügiger Natur und für die Praxis so gut wie gar nicht vorhanden sind. Unterscheiden sich doch die Quotienten für den lufterfüllten und luftleeren

[1]) Um mit Hilfe jenes Apparates auch eine direkte Wellenlängenmessung vornehmen zu können, welche einigen Anspruch auf Genauigkeit machen darf, wäre nothwendig, dass die Mikrometerschraube, welche sowohl zur Bewegung der Objektplatte als auch zur Bestimmung der Dicke der Luftschicht benutzt wird, durch eine diesen Zwecken mehr entsprechende Messvorrichtung ersetzt werde.

Raum $((n_0 - n)_2 = 0)$ nicht mehr von einander, als um höchstens 2 Milliontel ihres ganzen Betrages.

Es hat ferner ein Interesse, zu sehen, welche Werthe für λ_0/λ man aus den obigen Versuchsreihen erhält. Die Genauigkeit des Resultats lässt sich von vornherein angeben. Die Zahl der Streifen beträgt etwas mehr als 100 und die beobachteten Werthe von δ sind auf 0,01 genau. Die Quotienten müssen daher mindestens auf $^1/_{10000}$ ihres Betrages sicher erhalten werden. Es wurden folgende Werthe berechnet:

Versuchsreihe	$C - Hg$ grün	$F - Hg$ grün
I	0,83209	1,12317
II	0,83204	1,12324
III	0,83209	1,12317
Mittel	0,83207	1,12319

Die Abweichungen der Einzelbestimmungen von den bezüglichen Mittelwerthen sind in der That noch viel kleiner als $^1/_{10000}$.

Vergleicht man die gefundenen Zahlenwerthe mit den unseren bisherigen Rechnungen zu Grunde gelegten Werthen

$$\mu = 0{,}83206 \text{ bezw. } 1{,}12300$$

so ist ersichtlich, dass für den ersten Quotienten die Uebereinstimmung eine vollkommene ist, dagegen für den zweiten Quotienten eine nicht unerhebliche Abweichung stattfindet.

Bezogen auf $\lambda_0 = 0{,}5460$ erhält man mit Hilfe unserer neuen Quotienten die nachstehenden Wellenlängen für C und F:

$$0{,}65619_6 \text{ bezw. } 0{,}48611_6$$

statt wie bisher angenommen war:

$$0{,}6562, \qquad 0{,}4862.$$

Der genannte Unterschied zwischen den beiden Angaben für den zweiten Quotienten macht sich auch in anderer Weise bemerkbar. Wenn man nämlich bei den obigen Versuchsreihen näher zusieht, bis zu welchem Grade die beobachteten Werthe r mit den bezüglichen Werthen der Tabelle für $M_0\mu$ (S. 438) übereinstimmen, so zeigt sich, dass für die beiden Spektrallinien C und Hg die Uebereinstimmung eine sehr gute ist, dass dagegen für die beiden Spektrallinien F und Hg Abweichungen vorkommen (bis zu 0,03), die in Anbetracht der Genauigkeit der mikrometrischen Messung streng genommen schon nicht mehr als zulässig angesehen werden können. Die Abweichungen sind nun aber für alle drei Versuchsreihen dem Sinne nach gleich; dasselbe zeigt sich auch bei einem Vergleich der drei Faktoren von $\lambda_0/_2$ untereinander (siehe Seite 440), jedesmal ist die dritte Zahl diejenige, welche am stärksten und jedesmal nach derselben Seite abweicht. Diese Abweichungen können daher nicht einfach als die Folge von fehlerhaften Beobachtungen der Werthe δ angesehen werden, sondern müssen zum grossen Theil in dem der Tabelle $M_0\mu$ zu Grunde gelegten ungenauen Werth von μ bezw. λ_F begründet sein. Wäre die Dicke der Luftschicht doppelt so gross gewesen als in dem vorliegenden Falle, so würden auch die Abweichungen der Tabellenwerthe r von den beobachteten doppelt so gross geworden sein, und es wäre dann schon etwas zweifelhaft gewesen, welche Zahl M_0 man als die zu r zugehörige hätte ansprechen sollen.

Hieraus geht hervor, dass man bei Anwendung einer Tabelle für grössere Dicken der Luftschicht jedesmal nur bis zu einer gewissen Grenze gehen kann, die von der Genauigkeit abhängt, mit welcher der Quotient μ bekannt ist, die man aber nach Belieben weiter und weiter hinausschieben kann.

Für den eigentlichen Zweck des Abbe'schen Dilatometers ist der hier angeregte Gegenstand in der Mehrzahl der Fälle ohne praktische Bedeutung. Die durch Temperaturänderung hervorgerufene Dickenänderung der Luftschicht ist meist so klein, dass zur Bestimmung derselben (siehe den nächsten Paragraphen) schon die Genauigkeit ausreicht, mit welcher der Quotient aus den vorhandenen Wellenlängenmessungen bekannt ist. Aber es können doch auch Fälle vorkommen (vgl. Hartgummi in der unten stehenden Uebersichtstabelle S. 448), wo es von grossem Werthe ist, zu wissen, dass die Anwendbarkeit des Quotienten μ nicht auf eine beliebige Anzahl von verschobenen Streifen ausgedehnt werden kann, sondern dass es zur Ermittlung der letzteren immer erst einer sorgfältigen Revision bezw. Neubestimmung des Quotienten auf dem angegebenen Wege bedarf.

Wir kommen nunmehr zu unserer eigentlichen Aufgabe, der

4. Berechnung der Zahl der in Folge einer Dickenänderung der Luftschicht an dem Silberscheibchen vorübergewanderten Streifen.

Das Rechenverfahren ist im Wesentlichen dasselbe wie das im vorigen Paragraphen auf die Berechnung der absoluten Dicke der Luftschicht angewandte. Die dort behandelte Aufgabe kann in gewisser Hinsicht als ein Spezialfall unserer jetzigen angesehen werden. Denn der Unterschied ist nur der, dass dort die Dicke der Luftschicht gezählt werden musste von einem Anfangswerthe Null, dem die Werthe $\delta = \delta_0 =$ Null zugeschrieben werden mussten, hier dagegen die Dickenänderung gezählt werden muss von einer von Null verschiedenen Dicke der Luftschicht, für welche die zugehörigen Werthe δ und δ_0 (vgl. S. 416) besonders bestimmt werden müssen. In die Rechnung treten also jetzt vier, im allgemeinen von Null verschiedene Werthe δ ein, die wir mit Rücksicht auf die beiden Temperaturen t_1 und t_2, bei welchen die Messung stattgefunden hat, mit δ_{t_1}, δ_{0t_1}, δ_{t_2}, δ_{0t_2} bezeichnen wollen. In Bezug auf das Vorzeichen von δ und δ_0 bleibt es natürlich bei unseren früheren Vereinbarungen.

Bezüglich der beiden Temperaturen t_1 und t_2 wollen wir ferner vereinbaren, dass t_1 stets die niedere und t_2 stets die höhere Temperatur bedeute, sowohl in den Fällen, wo eine Temperaturerhöhung, als auch in den Fällen, wo eine Abkühlung stattfindet. Wir treffen diese Anordnung im Interesse der grösseren Uebersichtlichkeit, auf die Sache selbst hat dieselbe keinen Einfluss. Wollte man die beiden Temperaturen nach dem zeitlichen Verlauf des Versuchs als Anfangs- und Endtemperatur unterscheiden, so würde damit die Veranlassung für eine Reihe von Ueberlegungen gegeben sein, die, da sie in jedem einzelnen Falle neu angestellt werden müssen, sehr leicht zu einem Irrthum führen könnten. Diese Veranlassung fällt aber fort, wenn man die Temperaturen in der angegebenen Weise in die Rechnung einführt, der letzteren also immer die Vorstellung zu Grunde legt, als hätte man es nur mit Temperaturerhöhungen zu thun. In der zur Ausrechnung des Ausdehnungskoeffizienten dienenden Formel (S. 367) hat somit jetzt $(t_2 - t_1)$ stets das positive Vorzeichen, das Vorzeichen des zweiten Gliedes jener Formel richtet sich also nur nach dem Vorzeichen von f. Ferner tritt jetzt in Bezug auf das Vorzeichen von f eine sehr grosse Vereinfachung ein: für ein und denselben Körper

ist das Vorzeichen von f immer das gleiche; dasselbe richtet sich nur darnach, ob der Ausdehnungskoeffizient der Schrauben grösser oder kleiner ist als derjenige des Objektes (man vergleiche die Uebersichtstabelle S. 448). Auch für das im nächsten Paragraphen näher zu besprechende Korrektionsglied lässt sich jetzt das Vorzeichen im Voraus angeben. Man vergleiche des Näheren hierüber weiter unten.

Unter M hatten wir früher die Ordnungszahl des dem Silberscheibchen nächstgelegenen Interferenzstreifens verstanden. Wenden wir diese Bezeichnung auf die Temperatur t_1 an, so müssen wir die Ordnungszahl des entsprechenden Streifens für die Temperatur t_2 mit $M + m$ bezeichnen und verstehen dann unter m eine positive oder negative ganze Zahl. Für die Zahl f der verschobenen Streifen lässt sich dann nach Grösse und Vorzeichen schreiben:

$$f = m + \delta_{t_2} - \delta_{t_1},$$

und es ist nun unsere Aufgabe, die Differenz der Ordnungszahlen (m) nach Grösse und Vorzeichen zu bestimmen.

Hierbei verfahren wir in ganz analoger Weise wie früher bei der Bestimmung von M (vergl. S. 416). Wir setzen daher:

$$\Delta d = (m + \delta_{t_2} - \delta_{t_1}) \frac{\lambda}{2} = (m_0 + \delta_{0t_2} - \delta_{0t_1}) \frac{\lambda_0}{2},$$

und erhalten:

$$m_0 \frac{\lambda_0}{\lambda} = m + \delta_{t_2} - \delta_{t_1} - (\delta_{0t_2} - \delta_{0t_1}) \frac{\lambda_0}{\lambda},$$

wofür abkürzungsweise auch gesetzt werden möge:

$$m_0 \mu = m + \rho.$$

Wir bilden wieder eine Tabelle (siehe folg. Seite) mit den Werthen m_0 und $m_0 \mu$, in welcher nun aber m_0 ausser gleich 1, 2, 3, ... auch gleich − 1, − 2, − 3, ... gesetzt ist. Ihrer Bedeutung ($m + \rho$) entsprechend sind in der Tabelle die Werthe für $m_0 \mu$ gleich in zwei Kolumnen hingeschrieben. Der Werth für ρ ist in allen Fällen eine positive Zahl kleiner als 1.

Das ganze Rechenverfahren besteht also darin, dass man aus den vier beobachteten Werthen für δ zuerst den Werth für ρ ausrechnet, in der Tabelle alle mit dem gefundenen ρ übereinstimmenden Werthe aufsucht und dann die danebenstehenden Zahlen für m_0 zu einer Reihe zusammenstellt, genau ebenso wie früher für M_0 angegeben wurde und in den weiter unten stehenden Beispielen im Einzelnen noch näher erläutert werden soll. Natürlich treten jetzt in die bezüglichen Zahlenreihen für m_0 sowohl positive als auch negative Zahlen ein.

Die Tabelle enthält in ihrem ersten Theil die berechneten Werthe $m_0 \mu$ für die beiden Kombinationen $C - Hg$ grün und $F - Hg$ grün. Die Abstände, in denen die den gleichen Werthen von ρ zugehörigen Werthe von m_0 aufeinander folgen, sind wieder die gleichen, wie oben angegeben wurde (vergl. S. 437). Der andere Theil der Tabelle bezieht sich auf die Kombination der grünen und der gelben Quecksilberlinie und ist, da derselbe in erster Linie für den Gebrauch bei absoluten Messungen bestimmt ist, nur auf positive Zahlen m_0 ausgedehnt. Wie man sieht, folgen die zu gleichen Werthen von ρ gehörigen Werthe m_0 in erheblich weiteren Abständen aufeinander als in jeder der beiden anderen Kombinationen. Die Differenz beträgt statt 6 und 8 hier schon 18.

In Bezug auf den Gebrauch der Tabelle ist noch zu erwähnen, dass der Werth für die aus den beobachteten Werthen δ abgeleitete Grösse ρ innerhalb der Grenzen − 2 und + 2 gelegen ist. In den Fällen, wo ρ einen Werth an-

nimmt, der zwischen 0 und + 1 gelegen ist, kann man mit diesem Werth für ρ ohne Weiteres in die Tabelle eintreten. In allen anderen Fällen bedarf es einer der früheren (S. 438) ganz analogen Umrechnung von ρ und von m, auf die wir daher hier nicht näher einzugehen brauchen.

Tabelle für $m_0\mu = m + \delta_{t_2} - \delta_{t_1} - (\delta_{0t_2} - \delta_{0t_1})\mu = m + \rho$.

Hg grün	*C*		*F*		*Hg* grün	*C*		*F*		*Hg* grün	*Hg* gelb (Mittel)	
m_0	m	ρ	m	ρ	m_0	m	ρ	m	ρ	m_0	m	ρ $\mu = 0,9450$
−37	−31	0,21	−42	0,44	−3	−3	0,50	−4	0,63	0	0	0,00
−36	−30	0,05	−41	0,56	−2	−2	0,34	−3	0,75	1	0	0,94
−35	−30	0,88	−40	0,69	−1	−1	0,17	−2	0,88	2	1	0,89
−34	−29	0,71	−39	0,81	0	0	0,00	0	0,00	3	2	0,83
−33	−28	0,54	−38	0,93	1	0	0,83	1	0,12	4	3	0,78
−32	−27	0,37	−36	0,06	2	1	0,66	2	0,25	5	4	0,72
−31	−26	0,21	−35	0,18	3	2	0,50	3	0,37	6	5	0,67
−30	−25	0,04	−34	0,30	4	3	0,33	4	0,49	7	6	0,61
−29	−25	0,87	−33	0,43	5	4	0,16	5	0,61	8	7	0,56
−28	−24	0,70	−32	0,55	6	4	0,99	6	0,74	9	8	0,50
−27	−23	0,53	−31	0,67	7	5	0,82	7	0,86	10	9	0,45
−26	−22	0,37	−30	0,80	8	6	0,66	8	0,98	11	10	0,39
−25	−21	0,20	−29	0,92	9	7	0,49	10	0,11	12	11	0,34
−24	−20	0,03	−27	0,04	10	8	0,32	11	0,23	13	12	0,28
−23	−20	0,86	−26	0,17	11	9	0,15	12	0,35	14	13	0,23
−22	−19	0,69	−25	0,29	12	9	0,98	13	0,48	15	14	0,17
−21	−18	0,53	−24	0,41	13	10	0,82	14	0,60	16	15	0,12
−20	−17	0,36	−23	0,54	14	11	0,65	15	0,72	17	16	0,06
−19	−16	0,19	−22	0,66	15	12	0,48	16	0,84	18	17	0,01
−18	−15	0,02	−21	0,79	16	13	0,31	17	0,97	19	17	0,95
−17	−15	0,85	−20	0,91	17	14	0,14	19	0,09	20	18	0,90
−16	−14	0,69	−18	0,03	18	14	0,98	20	0,21	21	19	0,84
−15	−13	0,52	−17	0,16	19	15	0,81	21	0,34	22	20	0,79
−14	−12	0,35	−16	0,28	20	16	0,64	22	0,46	23	21	0,73
−13	−11	0,18	−15	0,40	21	17	0,47	23	0,58	24	22	0,68
−12	−10	0,01	−14	0,52	22	18	0,30	24	0,71	25	23	0,62
−11	−10	0,85	−13	0,65	23	19	0,14	25	0,83	26	24	0,57
−10	−9	0,68	−12	0,77	24	19	0,97	26	0,95	27	25	0,51
−9	−8	0,51	−11	0,89	25	20	0,80	28	0,08	28	26	0,46
−8	−7	0,34	−9	0,02	26	21	0,63	29	0,20	29	27	0,40
−7	−6	0,18	−8	0,11	27	22	0,46	30	0,33	30	28	0,35
−6	−5	0,01	−7	0,26	28	23	0,30	31	0,45	31	29	0,29
−5	−5	0,84	−6	0,38	29	24	0,13	32	0,58	32	30	0,24
−4	−4	0,67	−5	0,51	30	24	0,96	33	0,70	33	31	0,18

Es fragt sich somit nur noch, ob und welche Anhaltspunkte uns zu Gebote stehen, damit wir im Stande sind, aus den für m_0 erhaltenen Reihen diejenige Zahl als die richtige anzugeben, welche der Dickenänderung der Luftschicht auch thatsächlich zukommt.

Grundsätzlich ist es natürlich hier ebensowenig wie früher bei der Bestimmung der absoluten Dicke der Luftschicht nothwendig, vorher irgend etwas über die Grösse der Verschiebung zu wissen. Es ist nicht einmal erforderlich, die Bewegungsrichtung der Streifen zu kennen. Wenn man in einem solchen Falle

nur über die genügende Anzahl von Spektrallinien verfügen kann, so braucht man keinen weiteren Anhalt; man hat es dann in der That nur mit der Lagenbestimmung des Streifensystems im Anfangs- und Endmoment zu thun und alles Andere ergiebt sich unmittelbar aus der Rechnung.

Es hat vielleicht ein Interesse, zu sehen, wie weit man mit der Sicherheit der Bestimmung von m_0 kommt, wenn man die sämmtlichen vier bezw. fünf oben genannten Spektrallinien für die Ermittlung der Zahl der verschobenen Streifen zu Rathe zieht. In der That ist damit schon sehr viel erreicht. Nimmt man zu den drei Linien *Hg* grün, *C* und *F* nur noch die gelbe *Hg*-Linie hinzu, so erhöht sich die Differenz der aufeinander folgenden Zahlen m_0, welche für die Lösung der Aufgabe dann noch in Frage kommen, schon auf 72. Wenn man ferner die grüne Quecksilberlinie mit jeder der beiden Komponenten der gelben Doppellinie kombinirt (vgl. die nachstehende Zusammenstellung), so liegen jetzt die einzelnen Glieder der Reihe m_0 schon um 300 Einheiten ($300 \cdot \lambda/_2 = 0{,}09$ *mm*) auseinander.

Hg grün — *C*	6	24	72
„ „ — *F*	8		
„ „ — *Hg* gelb (Mittel) . . .	18		
„ „ — „ „ 1. Linie . . .	17	etwa 300	
„ „ — „ „ 2. „ . . .	18		

Diesen Abstand der Werthe m_0 erreicht man auch dann, wenn man die grüne Quecksilberlinie ganz aus dem Spiel lässt und nur die beiden gelben Quecksilberlinien unter einander kombinirt. Natürlich ist im letzteren Falle aus leicht begreiflichen Gründen (vgl. S. 437) die Sicherheit der Pointirung der einzelnen Werthe m_0 durchaus nicht gewährleistet; das ist eine Sache, welche den in kürzeren Abständen aufeinander folgenden Zahlen der anderen Kombinationen überlassen bleiben muss. Aber die Anwendung der Kombination von solchen nahe zusammenliegenden Spektrallinien bietet wenigstens die Möglichkeit, in erster Annäherung die Kenntniss des Ortes, wo die Zahl m_0 zu suchen ist, zu erlangen.

Für die praktische Lösung unserer Aufgabe hat es nun aber durchaus keinen Werth, sich auf diesen Standpunkt zu stellen. Das Verfahren wäre wenig rationell, wenn man einen Anhalt, der sich für die Beurtheilung der Grösse der Verschiebung darbietet, nicht benutzen sollte.

Ein solcher Anhaltspunkt ist aber leicht gefunden. Es dürfte wohl kaum einen festen Körper geben, dessen Ausdehnung nicht schon früher einmal und sei es nur durch die roheste Messung festgestellt wäre. Damit ist in den meisten Fällen den Anforderungen der Methode Genüge gethan. Es ist nur noch nothwendig, unter Berücksichtigung der gegebenen Versuchsbedingungen (Schraubenlänge und Temperaturdifferenz) einen Ueberschlag zu machen, welchen Betrag man ungefähr für die Zahl der verschobenen Streifen zu erwarten hat. Selbst für den Fall, dass man mit den drei Spektrallinien *C*, *F* und *Hg* grün nicht ausreicht zur Bezeichnung der Zahl m_0 für grössere Temperaturunterschiede, so hilft die Anwendung geringer Temperaturdifferenzen sofort aus der Verlegenheit heraus. Mit der angenäherten Kenntniss der Zahl der verschobenen Streifen ist in der Mehrzahl der Fälle gleichzeitig auch das Vorzeichen von f gegeben und nur in den Fällen, wo die Ausdehnungskoeffizienten von Schrauben und Objekt nur wenig von einander abweichen, und wo man nicht weiss, welcher der beiden Koeffizienten der grössere ist, bleibt es der Rechnung überlassen, ausser der genauen Pointirung von m_0 auch

über das Vorzeichen dieser Grösse zu entscheiden. (Man vgl. das zweite Beispiel weiter unten.)

Mit Vorstehendem ist daher auch nicht gesagt, dass man zum Zweck einer angenäherten Bestimmung der Zahl der verschobenen Streifen und zur Ermittlung des Vorzeichens von f (bezw. m_0) auf eine direkte Beobachtung ganz verzichten soll. Ich habe anfangs zu wiederholten Malen, um mich über den Verlauf der Erscheinung genügend informiren zu können, das Wandern der Streifen durch fortwährende Beobachtung zu verfolgen und zu messen gesucht. Hierbei hat sich ergeben, dass in vielen Fällen, wo die Ausdehnung des Objektes erheblich grösser oder erheblich kleiner ist als die Ausdehnung der drei Schrauben, zur Bestimmung des Vorzeichens von f schon eine einzige gelegentliche Beobachtung der Bewegungsrichtung des Streifensystems zwischen Anfangs- und Endmoment genügt. Aber eine solche gelegentliche Beobachtung der Bewegungsrichtung ist nicht immer zuverlässig. Denn da das Objekt und die drei Schrauben in ungleichem Tempo der Temperaturänderung folgen (die Schrauben im allgemeinen früher als das Objekt), so kann es vorkommen — einen solchen Fall zeigt das zweite der beiden unten angeführten Beispiele —, dass anfangs das Streifensystem in der einen Richtung um mehrere Streifen vorrückt, dann seine Bewegungsrichtung umkehrt, und nun erst seiner Ruhelage zustrebt.

Hiermit dürfte unser Verfahren zur Bestimmung von m_0 bezw. f_0 nach Grösse und Vorzeichen zur Genüge gekennzeichnet sein. Ich will nur noch versuchen, dasselbe an einigen Beispielen zu erläutern. Zunächst gebe ich in der nachfolgenden Tabelle einen Ueberblick über die Zahl der verschobenen Streifen für eine Anzahl fester Körper, deren Ausdehnungskoeffizienten (α) bekannt sind und für die von mir gewählten Versuchsbedingungen (Schraubenlänge etwa 10 *mm*, Temperaturdifferenz 75° C). Der mittlere lineare Ausdehnungskoeffizient der Schrauben des Tischchens (β) ist gleich 0,0000107 gesetzt. In der dritten Kolumne der Tabelle ist die jedesmalige Dickenänderung der Luftschicht in Millimetern ($^3/_4$ 1000 ($\beta-\alpha$)) angegeben. Bei Gelegenheit dieser Kolumne möchte ich noch eine Bemerkung einfügen, die sich auf die Wahl der anfänglichen Dicke der Luftschicht bezieht. Man sieht, dass die Dickenänderung nur in wenigen Fällen grösser ist als 0,01 *mm*, man kommt daher mit einer Dicke der Luftschicht von nur wenigen Hunderteln eines Millimeters vollständig aus, ohne dass eine direkte Berührung des Objektes mit der Deckplatte zu befürchten ist. Von den in der Tabelle angeführten Körpern ist nur bei Hartgummi die Dicke der Luftschicht grösser als 0,05 *mm* zu wählen.

Die genannte Tabelle enthält u. A. auch die Ausdehnungskoeffizienten für drei Jenaer Gläser, von denen das eine (102^{III}) den grössten, das andere (665) den kleinsten der bis jetzt beobachteten Ausdehnungskoeffizienten für Glas besitzen. Für die von mir vorgenommene Untersuchung der Gläser (vgl. S. 365) genügte es somit zu wissen, dass die Zahl der verschobenen Streifen (m_0) unter den angegebenen Versuchsbedingungen zwischen -1 und $+19$ gelegen ist. Es hätte daher auch hier nur der Anwendung der drei Farben C, F und Hg grün bedurft, um die Zahl m_0 ohne jeden weiteren Anhalt angeben zu können, denn von den um die Zahl 24 auseinander liegenden Werthen m_0 kann immer nur einer in den Zwischenraum zwischen -1 und $+19$ zu liegen kommen.

Ich habe mich in der Mehrzahl der untersuchten Fälle schon mit zwei Farben (C und Hg grün) begnügen können, und zwar aus dem Grunde, weil

mir eine erheblich **weitergehende** Kenntniss der Ausdehnungskoeffizienten der einzelnen Gläser zur Verfügung stand als die blosse Kenntniss der Extremwerthe. Dieselbe beruhte auf einem von Herrn Dr. **Schott** schon seit längerer Zeit angewandten und in *dieser Zeitschrift 1891 S. 330* näher beschriebenen Verfahren, welches darin besteht, dass man „zwei flache Glasstücke von verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten im rothglühenden Zustand mit ihren breiten Seiten vereinigt und dann das Ganze zu einer Lamelle auszieht.“ Wären die Ausdehnungskoeffizienten beider Gläser gleich, so würde die Lamelle auch bei der Abkühlung ihre gerade Form beibehalten; da das nicht der Fall ist, so findet eine Krümmung statt, die um so grösser ist, je grösser der Unterschied zwischen den Ausdehnungskoeffizienten der beiden Gläser ist. Nachdem einmal für einige Gläser die Ausdehnungskoeffizienten bestimmt waren, konnte mit sehr grosser Annäherung an die Wahrheit aus dem Sinne und dem **Grade der Krümmung** auf die Ausdehnung neuer Gläser geschlossen werden.

Körper	Mittlerer linearer Ausdehnungskoeffizient α	Dickenänderung der Luftschicht in *mm*	Zahl der verschobenen Streifen (f_0 bezw. m_0)
Hartgummi[1]	$0{,}000\ 082_0$	$-0{,}053_5$	-195
Steinsalz	40_4	$-0{,}022_3$	-81
Sylvin	38_0	$-0{,}020_5$	-75
Zink	29_5	$-0{,}014_1$	-51
Blei	29_2	$-0{,}013_9$	-50
Kalkspath ∥ z. Axe	25_7	$-0{,}011_2$	-41
Aluminium	23_1	$-0{,}009_3$	-34
Silber	19_4	$-0{,}006_5$	-24
Flussspath	19_1	$-0{,}006_3$	-23
Messing	18_6	$-0{,}005_8$	-22
Bronze	17_8	$-0{,}005_3$	-19
Gold	14_7	$-0{,}003_0$	-11
Quarz ⊥ z. Axe	13_8	$-0{,}002_3$	-8
Jenaer Thonerdeglas; 102III	11_2	$-0{,}000_4$	-1
Platin	8_9	$+0{,}001_3$	$+5$
Jenaer Norm. Therm.-Glas; 16III	8_0	$0{,}002_0$	7
Quarz ∥ z. Axe	7_4	$0{,}002_5$	8
Iridium	6_5	$0{,}003_2$	11
Jenaer Zink-Boratglas (alkalifrei); 665	3_7	$0{,}005_2$	19
Diamant	1_2	$0{,}007_1$	26
Beryll ⊥ z. Axe	1_2	$0{,}007_1$	26
Schrauben allein (f. absolute Messungen)	$0{,}000\ 010_7$	$0{,}008_0$	29
Beryll ∥ z. Axe	$-0{,}000\ 001_1$	$0{,}008_8$	32
Kalkspath ⊥ z. Axe	$-0{,}000\ 005_5$	$0{,}012_2$	44

[1]) Nach Beobachtungen von F. **Kohlrausch**, *Pogg. Ann. 149. S. 577. 1873* und **Fuess-Thiesen**, diese Zeitschrift *1881. S. 390.* — Versuche, die ich selbst über die Ausdehnung von Hartgummi mit Hilfe des Dilatometers gemacht habe, ergaben einen sehr nahe mit dem obigen Werth übereinstimmenden Ausdehnungskoeffizienten α. Hierbei zeigte sich, dass dieses Material in so hohem Grade dem Einfluss der thermischen Nachwirkung unterliegt, dass es kaum möglich erscheint, genaue Werthe für den Ausdehnungskoeffizienten anzugeben. Eine kurze Erwärmung auf etwa 50° liess selbst nach tagelanger Ruhe (Kellertemperatur) das Streifensystem nicht zur Ruhe kommen. Wegen der hohen Beträge, die hier zur Geltung kommen, dürfte die Verwendung von Hartgummi für das Studium der **Gesetze der thermischen Nachwirkung** einigen Nutzen bieten.

Die nachstehenden **Beispiele** (S. 450) bedürfen somit, soweit es auf die Ermittlung von f ankommt, keiner näheren Erläuterung. Zur besseren Veranschaulichung ist das erste der beiden Beispiele durch die **Figur 9** illustrirt und dieser die Vorstellung zu Grunde gelegt worden, nicht als ob die Interferenzstreifen, wie thatsächlich der Fall ist, beweglich seien, sondern was sachlich auf dasselbe hinauskommt, als ob das Silberscheibchen sich über die **festliegenden** Interferenzstreifen **fortbewege**. Die Zahl der verschobenen Streifen erscheint somit bei dieser Darstellung als der Abstand der beiden Scheibchen in der Anfangs- und Endlage und gemessen in Streifenbreiten der bezüglichen Streifensysteme. Ergiebt somit, wie in Beispiel I, die Rechnung für f einen positiven Werth, so ist klar, dass das Scheibchen mit zunehmender Temperatur eine relative Lagenänderung von links nach rechts, im Sinne der Zunahme der Ordnungszahlen, erfährt. Der punktirte Kreis in Figur 9 bezeichnet die Lage des Scheibchens **nach** der Abkühlung. In dem zweiten Beispiele ist f negativ, das Scheibchen hat eine relative Lagenänderung von rechts nach links erlitten.

Fig. 9.

Der Vollständigkeit wegen ist die Berechnung der beiden Versuchsreihen ganz zu Ende geführt. Bezüglich des Korrektionswerthes für f sei auf den folgenden Paragraphen verwiesen. Nachdem dieser in Rechnung gebracht, war nur noch nöthig, mit Hilfe der Seite 367 mitgetheilten Formel und unter Benutzung der angegebenen Werthe für L und E den Ausdehnungskoeffizienten α zu berechnen. Hierbei wurde der **Ausdehnungskoeffizient der Schrauben des Stahltischchens** zu

$$\beta_t = 10^{-8}\,(1033 + 0{,}60\,t)$$

angenommen, unter t die Mitteltemperatur $^1/_2\,(t_1 + t_2)$ verstanden. Dieser Werth (β) wurde den Angaben von **Benoît** (1888 a. a. O. S. 153) entnommen und bedeutet das arithmetische Mittel der an zwei verschiedenen Platten aus gekühltem Stahl erhaltenen Werthe. Ich habe bisher leider auf eine systematische Untersuchung der Ausdehnung des von mir benutzten Tischchens verzichten müssen. Ich habe mich darauf beschränkt, durch Ausführung einer **Kontrolmessung** (direkt) den angegebenen Werth auch für die Stahlschrauben unseres Tischchens als zutreffend zu verifiziren. Eine weitere Bestätigung des obigen Werthes wurde durch eine **Vergleichsmessung** an **Quarz** erhalten, dessen Ausdehnungskoeffizienten in den zu einander senkrechten Richtungen parallel und senkrecht zur Axe durch die Untersuchungen von **Benoît** (1888 a. a. O. S. 119 u. 121) mit sehr grosser Genauigkeit bekannt geworden sind:

Quarz in der Richtung $\parallel$ zur Axe $\beta_t = 10^{-8}\;(711{,}07 + 0{,}856\,t)$,

" " " " $\perp$ " " $\beta_t = 10^{-8}\,(1316{,}20 + 1{,}263\,t)$.

Der Umstand, dass Quarz überall in gleicher Beschaffenheit vorhanden ist, macht diesen Körper in erster Linie geeignet, für die Bestimmung der Ausdehnung des Tischchens als Grundlage zu dienen. Auf eine Prüfung des Temperaturkoeffizienten von β habe ich mich nicht eingelassen, da die sämmtlichen von mir vor-

genommenen Beobachtungen sich auf eine Mitteltemperatur von etwa 55° (15° bis 95°) Celsius beziehen.

Als eine weitere Lücke in meinen Untersuchungen muss ich noch den Umstand hervorheben, dass ich das Studium der Erscheinung der thermischen Nachwirkung des Stahles ganz unberücksichtigt gelassen habe. Aus einigen gelegentlichen Versuchen habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass die Stahlschrauben des von mir benutzten Tischchens nicht völlig frei von thermischen Nachwirkungen gewesen sind. Für eine nähere Untersuchung dieser Frage dürfte es sich empfehlen, die Beobachtung der Lagenänderungen des Streifensystems nur an sehr geringen Dicken der Luftschicht (Anwendung von Quarz als Vergleichskörper) vorzunehmen, weil bei einer direkten Untersuchung der Stahlschrauben die Lage des Streifensystems allein durch die Temperatur- und Druckschwankungen der Luft beständigen Veränderungen unterworfen ist, welche die Untersuchung natürlich wenig übersichtlich machen. Bei Anwendung einer Quarzplatte und einer Dicke der Luftschicht von etwa 0,05 *mm* fallen alle diese Umständlichkeiten fort, auch das Beobachtungsverfahren ist einfacher wie bei grossen Gangunterschieden. Quarz selbst darf man wohl als einen Körper frei von thermischer Nachwirkung ansehen.

Beispiele:

I. *Untersuchung des Baryt-Borosilicat-Glases 121^{III}* (alkalifrei) vgl. S. 413 und Fig. 9 S. 449.

$L = 9{,}903 \qquad d = 0{,}079 \qquad E = 9{,}982$ *mm.*

Erwärmung:			Abkühlung:	
$t_1 = 12{,}^{\circ}67$	$t_2 = 89{,}^{\circ}78$	Temperatur	$t_1 = 9{,}^{\circ}76$	$t_2 = 89{,}^{\circ}78$
$b_1 = 738$	$b_2 = 738$	Druck	$b_1 = 736$	$b_2 = 738$ *mm*
$\delta_{t_1} = -0{,}15_8$	$\delta_{t_2} = 0{,}26_1$	(C)	$\delta_{t_1} = 0{,}29_7$	$\delta_{t_2} = 0{,}26_1$
$\delta_{ot_1} = -0{,}30_5$	$\delta_{ot_2} = 0{,}02_2$	(Hg grün)	$\delta_{ot_1} = 0{,}05_7$	$\delta_{ot_2} = 0{,}02_2$

Somit folgt für

$$\rho = (\delta_{t_2} - \delta_{t_1}) - (\delta_{ot_2} - \delta_{ot_1})\,\mu, \quad \log \mu = 9{,}92016 - 10$$

$\rho = 0{,}14_3$ (0,14 nach der Tabelle S. 445)

$\rho = -0{,}00_7$, $\rho + 1 = 0{,}99_3$ (nach der Tabelle 0,98)

folglich:

$m_o = 17$ und $m = 14 \qquad m_o = 18 \quad m = 14 + 1 = 15$

und wegen $f = m + \delta_{t_2} - \delta_{t_1}$, endlich:

$$f_o = \left\{ \begin{matrix} 14{,}41_4 / \mu = 17{,}32_1 \\ 17{,}32_7 \end{matrix} \right\} = \mathbf{17{,}32_4}, \qquad f_o = \left\{ \begin{matrix} 14{,}96_5 / \mu = 17{,}98_5 \\ 17{,}96_4 \end{matrix} \right\} = \mathbf{17{,}97_4}.$$

Von diesen Werthen für f_o sind noch (vergl. den folgenden Paragraphen) die Korrektionswerthe wegen der Aenderungen im Brechungsvermögen der Luft zu subtrahiren:

$k_t = -0{,}01_7 \qquad k_t = -0{,}01_8$

$k_b = 0{,}00_0 \qquad k_b = 0{,}00_0$

Die in die Formel für den Ausdehnungskoeffizienten α

$$\alpha_t = \frac{E}{L}\,\beta_t - \frac{f_o'\,\lambda_o}{2\,L_{(t_2 - t_1)}}$$

einzusetzenden Werthe für f_o' sind somit wegen $f_o' = f_o - (k_t + k_b)$:

$f_o' = 17{,}34_1 \qquad f_o' = 17{,}99_2$

Wir erhalten daher den gesuchten Ausdehnungskoeffizienten des Körpers, giltig für die Mitteltemperatur $t = \frac{1}{2}(t_1 + t_2)$ zu:

$\alpha_{51^\circ} = 10^{-9}\,(1072{,}1 - 620{,}0) \qquad \alpha_{50^\circ} = 10^{-9}\,(1071{,}4 - 619{,}8)$

$= 10^{-9}\;\mathbf{452{,}1} \qquad = 10^{-9}\;\mathbf{451{,}6}.$

Als Mittelwerth aus Abkühlung und Erwärmung folgt für den kubischen Ausdehnungskoeffizienten:

$$\mathbf{3\alpha = 10^{-9}.\;1355.}$$

II. *Untersuchung des Thonerde-Glases 102^{III}.* (Die Ausdehnung des Glases ist fast identisch mit derjenigen des Eisens.)

$$L = 9{,}937 \qquad d = 0{,}068 \qquad E = 10{,}005\ mm.$$

Es wurden für δ folgende Werthe ermittelt:

	$t_1 = 17{,}°84$	$t_2 = 96{,}°50$ ($b_1 = b_2 = 747$ *mm*)
(C)	$-0{,}35_4$	$-0{,}47_3$
(Hg grün)	$-0{,}22_4$	$+0{,}40_6$.

Somit wird:

$$\varrho = \quad 0{,}64, \quad \varrho + 1 = 0{,}35_4 \text{ (0,34 nach Tabelle S. 445)}$$

$m_0 = -2$, $m = -2 + 1 = -1$ und wegen $f = m + \delta_{t_2} - \delta_{t_1}$:

$$f_0 = \left\{ \begin{matrix} -1{,}12_5 / \mu = -1{,}35_2 \\ -1{,}37_3 \end{matrix} \right\} = -1{,}36_2.$$

Die Korrektion beträgt $k_t = -0{,}01_5$, folglich, wegen $f_0' = f_0 - k$:

$$f_0' = -1{,}34_7 \text{ und}$$

$$\alpha_{530} = 10^{-9}\,(1074{,}6 + 47{,}1) = 10^{-9}\,1121{,}7.$$

Der mittlere kubische Ausdehnungskoeffizient des Glases 102^{III} ist somit

$$\mathbf{3\alpha = 10^{-9}.\ 3365.}$$

5. Reduktion der beobachteten Streifenverschiebung.

Ich habe bereits an früherer Stelle darauf hingewiesen, dass die beobachtete Zahl der verschobenen Streifen nicht als das Resultat der Dickenänderung der Luftschicht allein angesehen werden darf, sondern dass dieselbe sich darstellt als das Resultat des Zusammenwirkens zweier Ursachen, von denen die eine in einer rein geometrischen, die andere in einer rein physikalischen Veränderung der Weglänge begründet ist. Denn dadurch, dass die Luft an allen Temperaturänderungen des Interferenzapparates Theil nimmt und ausserdem noch den Schwankungen des Barometerstandes unterworfen ist, findet ausser der Veränderung des Abstandes der die Luftschicht einschliessenden Flächen noch eine Veränderung im Brechungsvermögen der Luftschicht und daher auch eine Veränderung der Wellenlänge statt; und da es für die Anzahl der Wellenlängen, welche auf eine bestimmte Strecke kommen, einen Unterschied macht, jenachdem die letztere durch die ursprüngliche oder die modifizirte Wellenlänge gemessen wird — der Unterschied muss natürlich um so stärker hervortreten, je dicker die Luftschicht ist —, so muss nothwendig eine Verschiebung des Streifensystems eintreten, die, wie aus den weiteren Ausführungen zu entnehmen ist, zwar nur einen kleinen Theil der beobachteten Streifenverschiebung darstellt, aber doch wieder viel zu gross ist, um ganz vernachlässigt zu werden.

Die beobachtete Grösse f bedarf daher noch einer Korrektion k, und erst nach Berücksichtigung derselben erhält man in

$$f - k = f'$$

denjenigen Betrag der Streifenverschiebung, welcher für die Längenänderungen der Schrauben und des Objektes allein in Frage kommt und welcher nunmehr ohne Weiteres in die zur Ausrechnung des Ausdehnungskoeffizienten dienende Formel eingesetzt werden kann. Wir haben es somit nur noch mit der Bestimmung des Korrektionsgliedes k zu thun, das wir uns in die beiden Bestandtheile

$$k = k_t + k_b$$

zerlegt denken können, von denen der eine (k_t) allein von den Aenderungen der Temperatur, der andere (k_b) allein von den Aenderungen des Barometerstandes abhängt.

Wir beginnen mit einer Diskussion des Vorzeichens von k_t und k_b. Das

Vorzeichen lässt sich durch eine einfache Ueberlegung für beide Werthe im Voraus angeben. Jedesmal wenn der Brechungsindex der Luft abnimmt — das ist der Fall bei zunehmender Temperatur bezw. abnehmendem Druck —, erfährt die Wellenlänge eine Zunahme. Es muss hierbei also die Zahl der Streifen, welche auf dieselbe Strecke kommen, sich vermindern, d. h. es muss in solchem Falle eine Streifenverschiebung vor sich gehen, der wir nach unserer früheren Vereinbarung das negative Vorzeichen gegeben haben. Das Vorzeichen von k_t ist daher in allen Fällen ein negatives, das positive Vorzeichen ist wegen der von uns getroffenen Anordnung des Rechenverfahrens (vgl. S. 443) gänzlich ausgeschlossen. k_b hingegen kann positiv und auch negativ sein; es hängt das davon ab, ob der zu t_2 beobachtete Barometerstand b_2 grösser oder kleiner ist als der zu t_1 beobachtete Barometerstand b_1.

Zur Bestimmung von k denken wir uns den Vorgang der Erwärmung des Interferenzapparates in der Weise bewirkt, dass wir zuerst nur die Luft an der Temperaturerhöhung $(t_2 - t_1)$ und der Aenderung des Barometerstandes $(b_2 - b_1)$ Theil nehmen lassen und dann erst den eigentlichen Interferenzapparat dem Einfluss der Temperaturerhöhung preisgeben. Für den Theil des Vorganges, auf den es uns hier ankommt, kann somit die Dicke der Luftschicht als konstant angesehen werden. Wir können dann setzen, wenn wir die auf den anfänglichen Zustand der Luft $(t_1\, b_1)$ bezüglichen Werthe M, δ und λ mit dem Index 1, die auf den Endzustand $(t_2\, b_2)$ bezüglichen Werthe mit dem Index 2 versehen:

$$d = (M_1 + \delta_1)\,\frac{\lambda_1}{2} = (M_2 + \delta_2)\,\frac{\lambda_2}{2},$$

und da

$$k = (M_2 + \delta_2) - (M_1 + \delta_1)$$

gesetzt werden muss, so erhält man für k:

$$k = 2d\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right).$$

Wegen $\lambda_2 = \lambda_1\, n_1/n_2$ lässt sich dieser Ausdruck leicht auf die Gestalt bringen:

$$k = 2\,\frac{d}{\lambda_1}\,\frac{n_2 - n_1}{n_1},$$

wofür mit grosser Annäherung auch gesetzt werden kann:

$$k = 2\,\frac{d}{\lambda}\,(n_2 - n_1).$$

Wie man sieht, hängt die Grösse des Korrektionsglieds k ausser von der Veränderung des Brechungsvermögens der Luft noch von der Dicke der Luftschicht und von der Wellenlänge des Lichtes ab. Auf den Zusammenhang von k und λ komme ich unten näher zurück.

Wir wollen zuerst versuchen, ein Urtheil über die Grösse der Zahl k zu gewinnen. Wir bestimmen zu dem Ende diejenige Streifenverschiebung, welche eintreten wird, wenn man die Luft, statt in einen anderen Temperatur- und Druckzustand zu versetzen, einfach aus dem Interferenzapparat entfernt. In der obigen Formel für k ist somit jetzt $n_2 = 1$ zu setzen, so dass kommt:

$$k = -2d\,\frac{n-1}{\lambda},$$

und da der numerische Werth von $2(n-1)/\lambda$ nur sehr wenig von 1 abweicht, so lässt sich mit grosser Annäherung schreiben:

$$k = -d.$$

Die Zahl der verschobenen Streifen beim Uebergang aus dem lufterfüllten in den luftleeren Raum ist also einfach der Zahl der Millimeter gleich, welche die Luftschicht dick ist. Das ist ein bequem zu überschauendes Resultat, welches uns auch die Möglichkeit gewährt, über die Grösse des Einflusses der Temperatur- und Druckänderung ein Urtheil zu gewinnen.

Zunächst lässt sich auf Grund dieser Rechnung sofort angeben, welchen Einfluss bei unseren Versuchen die Schwankungen des Barometerstandes auf die Lage des Streifensystems ausüben, denn die Grösse der Streifenverschiebung ist direkt der Druckänderung proportional (vergl. unten). Nehmen wir als grösstmöglichen Werth der Schwankungen des Barometerstandes innerhalb einer Versuchsreihe 40 *mm* — die gewöhnlich vorkommenden Schwankungen betragen oft nur wenige *mm* —, so ist das noch nicht mehr als ungefähr der zwanzigste Theil einer Atmosphäre und es ist klar, dass der Werth für k_b niemals grösser als $^1/_{20}\, d$ sein kann.

Mit Hilfe der unten stehenden Formeln berechnet sich ferner die Aenderung des Brechungsindex der Luft für $t_2 - t_1 = 75°$ C. zu 0,00006, d. i. ungefähr der fünfte Theil des Werthes $n - 1$. Somit wird bei unseren Versuchen das Korrektionsglied k_t ungefähr $^1/_5\, d$ gleich kommen.

Auf Grund dieser Ueberlegungen kommen wir also für die beiden Theile unserer Aufgabe (relative und absolute Messungen) zu den folgenden Werthen für k_t und k_b:

Dicke der Luftschicht in *mm*	Zahl der verschobenen Streifen (k) für	
	$t_2 - t_1 = 75° C$	$(b_2 - b_1) < 40$ *mm* ($\pm$)
$d < 0{,}1$	$k_t < -0{,}02$	$k_b < 0{,}00_5\,(\pm)$; in der Regel praktisch gleich Null
$d = 10$	$k_t = -2{,}00$	$k_b < 0{,}50\,(\pm)$.

Die für die Lagenbestimmung des Streifensystems erzielte Genauigkeit hatten wir (S. 414) zu ± 0,01 angegeben. Wir sehen daher, dass bei den relativen Messungen die Barometerschwankungen für so gut wie gegenstandslos angesehen werden können, und dass es in den meisten Fällen nur einer Berücksichtigung des Einflusses der Temperaturänderung bedarf. Für die absoluten Messungen hingegen sind, wie die vorstehende Tabelle zeigt, die Grenzen der Beobachtungsfehler ganz erheblich überschritten und es ist klar, dass hier eine sorgfältige Berücksichtigung des Einflusses sowohl der Aenderungen der Temperatur als auch der Aenderungen des Barometerstandes stattfinden muss.

Ehe wir auf die betreffenden Formeln zur Berechnung der Grössen k_t und k_b näher eingehen, wollen wir zunächst eine Frage erörtern, die für das ganze Verfahren eine gewisse grundsätzliche Bedeutung hat. Wir hatten früher gesehen, dass die Zahl der Streifen, welche auf eine bestimmte Dicke der Luftschicht gehen, in der Beziehung zur Wellenlänge sich befindet, dass gesetzt werden konnte: $(M + \delta) / (M_0 + \delta_0) = \lambda_0 / \lambda$ (vergl. S. 440). Für die Zahl der verschobenen Streifen f und f_0 hatten wir diese Proportionalität ebenfalls als zutreffend vorausgesetzt, und in der That steht dieser Voraussetzung, soweit es sich nur um den Betrag handelt, welcher von der Ausdehnung der Schrauben und Objektes herrührt, nichts im Wege. Wohl ist es aber fraglich, ob diese setzung auch für die Streifenverschiebungen k und k_0, welche durch

änderungen der Brechungsindizes der Luft hervorgerufen werden, als zulässig angesehen werden kann.

Das Verhältnis der Werthe k und k_o bestimmt sich aus:

$$(C,\ F,\ Hg \text{ gelb}) \qquad k = 2d\,\frac{n_2 - n_1}{\lambda},$$

$$(Hg \text{ grün}) \qquad k_o = 2d\,\frac{(n_2 - n_1)_o}{\lambda_o},$$

zu:

$$\frac{k}{k_o} = \frac{\lambda_o}{\lambda}\,\frac{n_2 - n_1}{(n_2 - n_1)_o},$$

wofür in Folge der weiter unten stehenden Formel für $n_2 - n_1$ bezw. $(n_2 - n_1)_o$ gesetzt werden kann:

$$\frac{k}{k_o} = \frac{\lambda_o}{\lambda}\,\frac{n-1}{n_o-1}$$

Hieraus geht zunächst hervor, dass die Werthe k und k_o in konstantem Verhältniss zu einander stehen, ganz unabhängig von den besonderen Versuchsbedingungen. Für den Uebergang aus dem luftleeren in den lufterfüllten Raum erhält man für k/k_o genau denselben Quotienten wie für jede durch Druck oder Temperatur hervorgerufene Dichtigkeitsänderung der Luft.[1])

Des Weiteren zeigt die Formel, dass der Quotient k/k_o einen von λ_o/λ verschiedenen Werth annimmt[2]). Gleichzeitig ist ersichtlich, dass die Verschiedenheit der beiden Quotienten darin ihren Grund hat, dass mit jeder Temperatur- und Druckänderung der Luft neben der Aenderung des Brechungsindex auch eine Aenderung der Dispersion stattfindet.

Somit trifft für einen, wenn auch nur sehr geringen Bruchtheil der beobachteten Streifenverschiebung unsere bisherige Voraussetzung ($f : f_o = \lambda_o : \lambda$) in aller Strenge nicht mehr zu und es fragt sich jetzt nur noch, ob dadurch die Richtigkeit unserer bisherigen Schlussfolgerungen (Tabellen, Mittelbildung aller auf *Hg* grün bezogenen Werthe u. s. w.) irgendwie in Frage gestellt wird. Sehen wir zu dem Ende zunächst zu, wie gross die Verschiedenheiten von k/k_o und λ_o/λ in Wirklichkeit sind.

Wir benutzen zur Berechnung die von Ketteler (Farbenzerstreuung der Gase, Bonn, *1865 S. 85*) angegebenen Werthe für n_C und n_F, leiten daraus mittels der Cauchy'schen Dispersionsformel die Brechungsindizes für die beiden Quecksilberlinien ab und erhalten:

$$\begin{array}{ll} (C) & n - 1 = 0{,}00029383 \\ (Hg \text{ gelb}) & n - 1 = 0{,}00029489 \\ (Hg \text{ grün}) & n_o - 1 = 0{,}00029546 \\ (F) & n - 1 = 0{,}00029685 \end{array}$$

[1]) Dieses ist bei jedem anderen Gase genau ebenso der Fall. Nur sind die Werthe k unter sonst gleichen Versuchsbedingungen wegen der Verschiedenheit der Brechungsindizes andere als bei Luft und ebenso ergiebt sich auch für den Quotienten k/k_o wegen der Verschiedenheit der Dispersionen ein etwas anderer Werth als bei Luft. Eine Einrichtung, welche eine experimentelle Ermittlung von k und k_o/k (durch Druckänderung) gestatten würde, liesse sich natürlich ohne grosse technische Schwierigkeiten dem Dilatometer beifügen, da es nur darauf ankommt, den Interferenzapparat in ein luftdicht schliessendes und evakuirbares Gehäuse einzuschliessen. Für die im Text behandelte Aufgabe würde man durch eine solche Hilfsvorrichtung in den Stand gesetzt sein, die Korrektion k (wie Benoit a. a. O. gethan hat) auf ihre Richtigkeit zu prüfen oder gar ganz zu umgehen. In Bezug auf die Untersuchung von Gasen würde damit auch eine, wegen der Genauigkeit der mikrometrischen Messung nicht gerade erfolglose (hohe Interferenzen, Quecksilber-Kadmium-Linien) Wiederholung der Ketteler'schen Versuche zur Bestimmung der Brechung und Dispersion der Gase (Ueber die Farbenzerstreuung der Gase, Bonn 1865) ermöglicht werden.

[2]) Bezüglich der Konstanz von λ_o/λ vergl. S. 441.

Hieraus berechnet sich der Quotient k/k_0 zu:

$$(C - Hg \text{ grün}) \; k/k_0 = \lambda_0/\lambda \; (1 - 0{,}0055)$$
$$(F - Hg \text{ grün}) \; k/k_0 = \lambda_0/\lambda \; (1 + 0{,}0047)$$
$$(Hg \text{ gelb} - Hg \text{ grün}) \; k/k_0 = \lambda_0/\lambda \; (1 - 0{,}0019).$$

Das sind aber Unterschiede, die, wie man sofort sieht, auf das Verhältniss der Werthe f und f_0 nicht den geringsten, experimentell nachweisbaren Einfluss ausüben. Dazu sind die Korrektionswerthe k an sich viel zu klein. Selbst für das relativ sehr grosse Korrektionsglied von zwei Streifen ($d = 10$ *mm*) beträgt der Einfluss, der durch die Verschiedenheit der Quotienten k/k_0 und λ_0/λ für die Grösse dieses Korrektionsgliedes selbst herbeigeführt wird, noch weniger als $^1/_{100}$ Streifenbreite, liegt also innerhalb der als zulässig bezeichneten Beobachtungsfehler.

Es ist somit klar, dass in praktischer Hinsicht dem oben von uns gegen die Grundlage des Rechenverfahrens gerichteten Einwand keine Bedeutung mehr beigelegt werden darf, und dass es als vollkommen ausreichend angesehen werden muss, wenn wir, wie in den oben migetheilten Beispielen geschehen ist, das Korrektionsglied k nur für die grüne Quecksilberlinie, das ist k_0, berechnen, und dieses dann von dem für f_0 gebildeten Mittelwerth in Abzug bringen.[1]

Wir wenden uns nunmehr zu der Ableitung der zur Berechnung von k dienenden Formeln. Den Hinweis darauf, dass sich die sämmtlichen Werthe auf die grüne Quecksilberlinie beziehen sollen, lassen wir jetzt fort.

Die Grundlage unserer Formeln ist der Satz vom konstanten Refraktionsvermögen:

$$\frac{n-1}{d} = \text{konst.}$$

Die Giltigkeit dieses Satzes, dem wir auch die folgende Form geben können:

$$n_{tb} - 1 = (n - 1) \cdot \frac{1}{1 + \alpha t} \cdot \frac{b}{760},$$

und der in dieser Form zur Berechnung des einer bestimmten Temperatur und einem bestimmten Druck zugehörigen Brechungsindex der Luft benutzt wird, unter n den Brechungsindex der Luft für 0° und 760 *mm* Barometerstand verstanden, ist durch zahlreiche Untersuchungen festgestellt.[2] Insbesondere hat auch Benoît (a. a. O. 1888, S. 103) die Identität des Koeffizienten $\alpha = 0{,}0367$ mit dem Ausdehnungskoeffizienten der Luft durch besondere bereits oben erwähnte Versuchsreihen nachgewiesen.

[1] Es giebt indessen Fälle, wo dieser Einwand auch eine praktische Bedeutung erlangt. Wenn man nämlich versuchen wollte, unser Rechenverfahren auf diejenigen Streifenverschiebungen anzuwenden, welche man erhält, wenn man nach dem Vorgange von Fizeau (*Ann. chem. et phys.* **66.** *S. 429. 1862*) den Einfluss der Temperatur auf die von einer 8 bis 10 *mm* dicken Glasplatte erzeugten Interferenzstreifen untersucht, so würde man bald zu der Ueberzeugung gelangen, dass die für die verschiedenen Farben erhaltenen Streifenverschiebungen, wegen der bei den Gläsern vorkommenden Aenderungen des Dispersionsvermögens (vergl. meinen Aufsatz: *Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Lichtbrechung des Glases*, *Wied. Ann.* **45.** *S. 609. 1892.*), in ihrem Verhältniss zu einander bereits so weit von λ_0/λ abweichen, dass hier nicht einmal mehr von einer angenäherten Uebereinstimmung die Rede sein kann.

[2] Man vergl. dieserhalb meinen Artikel in Winkelmann's Handbuch der Physik: „Die dioptrischen Methoden zur Bestimmung von Brechungsindizes und deren Ergebnisse. *III. Abth. 84. Lief. S. 333*, Breslau, 1893.

Wir erhalten daher für

$$(t_1\, b_1) \qquad n_1 - 1 = (n-1)\frac{1}{1+\alpha t_1}\frac{b_1}{760},$$

$$(t_2\, b_2) \qquad n_2 - 1 = (n-1)\frac{1}{1+\alpha t_2}\frac{b_2}{760},$$

und durch Subtraktion der beiden Gleichungen:

$$n_2 - n_1 = (n-1)\frac{1}{760}\left(\frac{b_2}{1+\alpha t_2} - \frac{b_1}{1+\alpha t_1}\right),$$

wofür nach einigen Umformungen auch gesetzt werden kann:

$$n_2 - n_1 = -(n-1)\frac{\alpha(t_2-t_1)}{(1+\alpha t_1)(1+\alpha t_2)}\frac{b_1}{760} + (n-1)\frac{1}{1+\alpha t_2}\frac{b_2-b_1}{760}.$$

Dieser Gleichung können wir die Vorstellung zu Grunde legen, dass zuerst bei konstant gehaltenem Barometerstand b_1 die Temperatur der Luft von t_1 auf t_2 erhöht und dann bei konstanter Temperatur t_2 eine Umänderung des Barometerstandes b_1 in b_2 vorgenommen wird. In der That führt eine direkte Ableitung von $n_2 - n_1$ auf Grund dieser Vorstellung zu dem gleichen Werthe.

Unser Korrektionsglied k:

$$k = 2d\frac{n_2-n_1}{\lambda},$$

schreibt sich somit:

$$k = k_t + k_b = -d\,(t_2-t_1)\frac{b_1}{760}\frac{1}{1+\alpha t_1}\frac{1}{1+\alpha t_2}\left[2\frac{(n-1)\,\alpha}{\lambda}\right]$$

$$+\, d\,(b_2-b_1)\frac{1}{1+\alpha t_2}\left[2\frac{n-1}{\lambda}\frac{1}{760}\right]$$

Das sind die Formeln, welche der numerischen Berechnung von k_t und k_b sowohl bei absoluten als auch bei relativen Messungen zu Grunde gelegt werden müssen.

In Bezug auf die praktische Handhabung der Formeln sei noch Folgendes bemerkt. Diejenigen Werthe, welche von Versuch zu Versuch verschieden sind und an erster Stelle die Grösse des Korrektionsgliedes beeinflussen, nämlich die Dicke d und die Differenz $t_2 - t_1$ bezw. $b_2 - b_1$, sind in jedem der beiden Ausdrücke an die Spitze gestellt. Für die weiteren Faktoren $b/760$, $1/(1+\alpha t_1)$, $1/(1+\alpha t_2)$ können die logarithmischen Werthe direkt den Tabellen von Landolt (I. Aufl. S. 14 bis 19) entnommen werden. Die eingeklammerten Werthe endlich enthalten nur konstante Werthe und sind gleich:

$$\log\left[2\frac{(n-1)\,d}{\lambda}\right] = 7{,}5990 - 10 \qquad \log\left[2\frac{n_0-1}{\lambda}\frac{1}{760}\right] = 7{,}1535 - 10.$$

Für die Berechnung von k bei relativen Messungen findet das folgende abgekürzte Rechenverfahren Anwendung. Für eine Versuchsanordnung, wie die von mir gewählte (t_1 = Zimmertemperatur, $t_2 = 85°$ bis $95°$ C., mittlerer Barometerstand für Jena = 748 *mm*) kann man nämlich setzen:

$$k = k_t + k_b = -d\,(t_2-t_1)\,.\,0{,}0028 + d\,(b_2-b_1)\,0{,}0011.$$

Jena, im November 1893.

Ueber die Beurtheilung der Glasgefässe zu chemischem Gebrauche. II.

Von

Dr. F. Foerster.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die früher an der Reichsanstalt von F. Mylius und mir[1]) vorgenommenen Versuche über die Einwirkung von Wasser auf Glas haben die Art dieses Vorganges im Wesentlichen klargestellt. Um ein allgemeines Urtheil über das chemische Verhalten des Glases zu gewinnen, war es nun nothwendig, auch über die Wirkungsweise anderer wichtigen chemischen Agentien auf Glas eingehende Versuche anzustellen. Es ist daher die Einwirkung der wässrigen Lösungen von Alkalien und Säuren sowie von einigen Salzen zum Gegenstande von Untersuchungen gemacht worden, und über deren Ergebnisse soll im Folgenden kurz berichtet werden; entsprechende ausführliche Mittheilungen werden, soweit dies nicht schon geschehen ist[2]), in der Zeitschrift für analytische Chemie erfolgen. Zum Schlusse sollen die Ergebnisse einer vergleichenden Prüfung der besten, zu Geräthen für chemischen Gebrauch verarbeiteten Gläser mitgetheilt werden.

A. Ueber die Einwirkung der wässrigen Lösungen der Alkalien und einiger Salze auf Glas.

1. Wirkung des Wassers. Da bekanntlich die Einwirkung von Wasser auf Glas darin besteht, dass Alkali in Freiheit gesetzt wird, so lässt sich die Wirkungsweise wässriger Alkalilösungen von derjenigen des Wassers nicht trennen. Die über die letztere früher gewonnenen Vorstellungen können jedoch durch eine verallgemeinerte Auffassung von bekannten Erscheinungen noch etwas erweitert werden. Es ist von F. Mylius und mir nachgewiesen worden, dass bei der Einwirkung von Wasser auf Wasserglaspulver eine Quellung des letzteren eintritt, indem es sich mit Wasser verbindet, und dass unter geeigneten Versuchsbedingungen zwischen dem Wasserglaspulver und der zähflüssigen Wasserglaslösung verschiedenartige, gequollene Zwischenprodukte erhalten werden können, deren Entstehung besonders durch das aus dem Wasserglase freiwerdende Alkali befördert wird. Wir haben ferner gezeigt, dass ganz entsprechende Beobachtungen auch an sehr kalkarmen und alkalireichen Gläsern gemacht werden können.

Es ist nun ferner wiederholt[3]) beobachtet worden, dass, wenn gewisse schlechte, zumal kalireiche Gläser längere Zeit der atmosphärischen Feuchtigkeit ausgesetzt oder mit Wasser behandelt wurden, sie solches in ihre Substanz aufnehmen, welches dann zum Theil schon im Vakuum über Schwefelsäure, vollständig aber erst bei etwa 500° wieder entweicht und dabei ein starkes Abblättern des Glases veranlasst.

Diese Beobachtungen beziehen sich nur auf Fälle, in denen die Wasseraufnahme seitens des Glases eine sehr grosse ist; erheblich häufiger erfolgt dieselbe

[1]) *Berichte d. d. chem. Ges.* **22.** *S. 1092*; *diese Zeitschrift 1889. S. 117* und *1891. S. 311.*

[2]) *Berichte d. d. chem. Ges.* **25.** *S. 2494.*

[3]) Vogel und Reischauer, *Dingl. Jour.* **152.** *S. 181*; Splittgerber, ebenda **159.** *S. 158*; R. Weber, ebenda **171.** *S. 129* und *Wied. Ann.* **6.** *S. 431*; Kundt und Warburg, *Poggend. Ann.* **156.** *S. 201*; R. Bunsen, *Wied. Ann.* **24.** *S. 321*; O. Schott, *diese Zeitschr. 1889. S. 86*; F. Mylius, ebenda *1889. S. 56*; F. Mylius und F. Foerster, *Berichte d. d. chem. Ges.* **22.** *S. 1109.*

in viel geringerem Maasse, und sie erweist sich überhaupt als ein ganz allgemeiner Vorgang, welcher stets stattfindet, sobald Wasser oder Wasserdampf auf Glas einwirken. Durch die dabei erfolgende chemische Bindung von Wasser entstehen in der Glassubstanz eine Reihe mehr oder weniger weit hydratisirter Produkte, und diese bilden bei dem Vorgange der Zersetzung des Glases durch Wasser den nothwendigen Uebergang zwischen dem ursprünglichen Glase und den daraus schliesslich entstehenden, freies Alkali enthaltenden Spaltungsprodukten, sei es, dass diese, wie bei der Einwirkung von Wasserdampf, auf dem Glase bleiben, sei es, dass sie, unter dem Einfluss flüssigen Wassers, von diesem hinweggeführt werden.

Bei der Einwirkung von Wasser auf Glas haben wir es daher nicht mit einem eigentlichen Lösungsvorgange zu thun, bei welchem zwischen dem gelösten und dem nicht gelösten Körper ein unvermittelter Gegensatz besteht; es liegt hier vielmehr ein Quellungsvorgang vor, bei welchem der Unterschied zwischen der ursprünglichen festen Substanz und den schliesslich in der Lösung befindlichen Produkten ganz ebenso wie bei den Wassergläsern durch eine stetige Reihe von Uebergangsformen überbrückt wird.

Ebenso wie dort ist es auch bei dem Glase das frei werdende Alkali, welches die Quellung der Glassubstanz in hohem Maasse befördert. Eine weitere Wirkung desselben, welche ebenfalls dazu beiträgt, den Angriff des Wassers auf das Glas zu verstärken, besteht, wie bekannt ist, darin, dass es Kieselsäure aufzulösen vermag und dadurch immer neue Theile der Glassubstanz für den Angriff des Wassers blosslegt. Die Menge der Kieselsäure, welche auf diese Weise vom Wasser aus dem Glase bei gewöhnlicher Temperatur aufgenommen wird, ist dem Alkali gegenüber verschwindend; bei 100° ist sie bald etwas grösser bald kleiner als die sich lösende Alkalimenge. Erst wenn es sich um den unter Druck geschehenden, sehr starken Angriff überhitzten Wassers auf Glas handelt, wie er z. B. auf die Wasserstandsröhren im Dampfkessel erfolgt, befindet sich die von dem sich lösenden Alkali mit in die Lösung übergeführte Kieselsäuremenge dem ersteren gegenüber in erheblichem Ueberschuss; doch bleibt auch hier im Allgemeinen das Verhältniss beider im Vergleich zu dem im Glase vorhandenen immer noch für das Alkali günstig. Auf dem Glase bleibt unter dem Einfluss überhitzten Wassers eine Schicht von Calciumsilikat zurück, und es findet gleichzeitig, selbst bei sonst sehr widerstandsfähigen Gläsern eine starke Wasseraufnahme in die Glassubstanz statt, so dass diese dann, ebenso wie sehr schlechte Gläser in Folge der Einwirkung des Wassers bei niederer Temperatur, die Erscheinung des Abblätterns zeigen können. Gegenüber besseren Gläsern ist die Stärke des Angriffs überhitzten Wassers nun nicht allein durch die in ihnen enthaltene Alkalimenge bedingt, sondern hier spielt auch deren Verhältniss zum vorhandenen Kalk eine sehr wesentliche Rolle, welches ja nach den Untersuchungen von R. Weber auch schon für die Angreifbarkeit minder guter Gläser durch Wasser bei niederer Temperatur in erster Linie bestimmend ist. Es sind daher unter den Kalkalkaligläsern besonders die dem Typus der Fenstergläser in ihrer Zusammensetzung nahestehenden kalkreichen Natrongläser, welche gegen überhitztes Wasser am widerstandsfähigsten sind und in dieser Hinsicht das zwar etwas alkaliärmere, aber auch besonders kalkärmere, harte, böhmische Kaliglas der Verbrennungsröhren erheblich übertreffen. Allen Kalkgläsern überlegen erweist sich aber nach seiner geringen Angreifbarkeit durch überhitztes Wasser das Jenaer Thermometerglas 59^{III}, welches den inneren Theil der Verbundglaswasser-

standsröhren[1]) bildet und in dieser Gestalt auch von technischer Seite bereits vielfache Anerkennung gefunden hat.

Seine die eben beschriebene Zersetzung des Glases durch Wasser befördernden Wirkungen vermag das dem Glase entstammende Alkali nur so lange zu äussern, als es sich noch in verhätnissmässig konzentrirter Lösung in unmittelbarer Nähe der Glasoberfläche befindet; diffundirt es von dieser hinweg in das Wasser hinein, so gelangt es hier fast stets in so starke Verdünnung, dass es den Angriff des Wassers nicht mehr zu verstärken vermag. So greift auch eine Tausendstelnormal-alkali-Lösung Glas nicht merklich stärker an als reines Wasser.

2. Einwirkung kaustischer Alkalien. Erst wenn die Konzentration des mit dem Glase in Berührung kommenden gelösten Alkalis eine wesentlich höhere ist als im letztgenannten Falle, wobei sie freilich, absolut genommen, noch immer eine sehr geringe sein kann, dann erfährt der Angriff des Wassers auf Glas durch das gelöste kaustische Alkali eine Erhöhung. Diese Wirkung nimmt mit wachsender Konzentration ziemlich rasch zu und erstreckt sich zunächst auf das im Glase vorhandene Alkalisilikat. Von diesem löst reine einprozentige Natronlauge bei 100° aus gewöhnlichem Kalkalkaliglase so viel auf, dass das Glas durch das zurückbleibende Calciumsilikat getrübt erscheint.

Wird nun die Konzentration der auf Glas wirkenden Alkalilösungen noch weiter gesteigert, so erstreckt sich ihr Angriff schliesslich in gleicher Weise auf alle Bestandtheile des Glases: doppelt normale Natronlauge löst daher Kalkalkali-gläser als solche auf.

Von nun an vermag eine weitere Vermehrung der Konzentration des gelösten Alkalis eine wesentliche Verstärkung des Angriffs der Lauge auf Glas nicht mehr herbeizuführen; bei 100° bleibt dann seine Löslichkeit nahezu konstant und bei gewöhnlicher Temperatur sinkt sie sogar wieder erheblich herab, wenn die Konzentration der einwirkenden Alkalilauge eine sehr hohe wird. Dies gilt für Natronlauge und für Kalilauge, während Ammoniak sowohl bei gewöhnlicher Temperatur als auch, nach den Versuchen von Cowper[2]), bei 100° in verdünnterer Lösung einen sehr viel stärkeren Angriff auf Glas ausübt als in ganz konzentrirter. Man thut daher immer gut, kaustische Alkalien in möglichst starker Lösung in Glasgefässen aufzubewahren.

Nach der Stärke ihres Angriffs auf Glas nimmt die Natronlauge die erste Stelle ein, sie ist darin der Kalilauge überlegen, und dieser folgen dann Ammoniak und Barytwasser[3]). Diese kaustischen Alkalien wirken auf die einzelnen Gläser im gleichen Sinne ein, so dass, wenn in Natronlauge ein Glas leichter löslich ist als ein anderes, ein Gleiches auch gegenüber den anderen genannten Alkalilösungen der Fall ist.

Untereinander weisen die Gläser nur geringe Unterschiede hinsichtlich ihrer Angreifbarkeit durch kaustisches Alkali auf, auch wenn sie sich dem Wasser gegenüber ausserordentlich verschieden verhalten. Doch sind die Gläser, vorausgesetzt dass sie etwa dem gleichen Typus angehören, im Allgemeinen in Alkali um so löslicher, je mehr sie von Wasser angegriffen werden.

3. Einwirkung von Salzlösungen. Ebenso wie die kaustischen Alkalien erhöhen auch deren kohlensaure Salze schon in sehr verdünnter Lösung die

[1]) O. Schott, *Sitzungsber. des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses 1892. S. 161.*

[2]) *Journal of the Chem. Soc. 41. S. 254 (1882).*

[3]) Vergl. Weber und Sauer, *Berichte d. d. chem. Ges. 25. S. 1817.*

Stärke des Angriffs von Wasser auf Glas sehr beträchtlich. In anderer Beziehung aber besitzen die kohlensauren Alkalien, von denen wieder Kaliumkarbonat schwächer einwirkt als Natriumkarbonat, dem Glase gegenüber ein wesentlich anderes Verhalten als die kaustischen Alkalien. In der Widerstandsfähigkeit gegen die Lösungen jener Salze treten sehr erhebliche Unterschiede bei den einzelnen Gläsern hervor, für welche die Angreifbarkeit durch Wasser nicht mehr maassgebend ist. Vergleicht man z. B. ein Glas, welches 2 bis 3 % Thonerde enthält, mit einem nur schwach thonerdehaltigen und sonst gleich zusammengesetzten anderen Kalkalkaliglase, so zeigt das erstere nahezu die doppelte Widerstandsfähigkeit gegen Alkalikarbonatlösungen.

Die chemischen Vorgänge bei der Einwirkung der Lösungen kohlensaurer Alkalien auf Glas sind nun auch mit denen, welche unter dem Einflusse kaustischer Alkalien eintreten, nicht unmittelbar zu vergleichen; sie sind weniger einfach als diese, insofern zwischen dem Kalksilikat des Glases und dem gelösten Karbonat eine doppelte Umsetzung unter Abscheidung von kohlensaurem Kalk erfolgt. Aehnliches findet immer statt, wenn die Lösungen solcher Salze auf Glas einwirken, welche, wie Natriumphosphat, Ammoniumoxalat u. A., mit Kalk in Wasser unlösliche Niederschläge der entsprechenden Kalksalze zu bilden vermögen. Daher kommt es auch, dass, wenn Alkalilauge Kieselsäure enthält, bezw. reichlichere Mengen derselben aus Glas schon in sich aufgenommen hat, bei ihrem Angriff auf Glas, zumal in der Hitze, ein weisser Ueberzug von kieselsaurem Kalk auf der Glasoberfläche entsteht. Dieser Vorgang hat zur Folge, dass der Angriff so verunreinigter Alkalilauge, vorausgesetzt, dass deren Konzentration keine zu hohe ist, auf Glas ein stärkerer ist als derjenige der reinen Alkalilösung.

In anderer Hinsicht lässt sich nach den bisherigen Erfahrungen die Wirkungsweise der Salzlösungen auf Glas nicht unter einheitlichen Gesichtspunkten betrachten. Dieselbe kann eine ausserordentlich mannigfache sein und daher erfordert jeder Fall, in welchem die Kenntniss der Art und des Grades des Angriffs einer Salzlösung auf Glas eine Bedeutung besitzt, besondere Untersuchungen. Für die chemische Analyse kommt in Betracht, dass sie es meist mit alkalisch oder sauer gemachten Salzlösungen zu thun hat, deren Angriff auf Glas von demjenigen einer entsprechenden Alkali- oder Säurelösung im Allgemeinen nicht wesentlich abweicht. Die Wirkungsweise der letzteren auf Glas soll im folgenden Abschnitt besprochen werden.

B. Ueber die Wirkung von Säuren auf Glas.

Die Anstellung von Untersuchungen über die Einwirkung von Säuren auf Glas erschien schon darum nothwendig, weil die neueren, diesen Gegenstand berührenden Arbeiten von Schwarz[1]) und von Weber und Sauer[2]) in mancher Hinsicht im Gegensatz zu den vor längerer Zeit von Emmerling[3]) mitgetheilten Beobachtungen stehen.

1. Einwirkung wässriger Säurelösungen. Die von mir darüber vorgenommenen Versuche bezogen sich im Wesentlichen auf das Verhalten der gewöhnlichen, zu chemischem Gebrauche verwendeten Kalkalkaligläser. Sie wurden zunächst so ausgeführt, dass Rundkolben aus mehreren Glassorten mit verschieden-

[1]) *Verhdlg. des Vereins zur Beförderung des Gewerbefl. 1887. S. 95 bis 113.*

[2]) *Berichte d. d. chem. Ges.* **25**. *S. 70 u. 1814.*

[3]) *Lieb. Ann.* **150**. *S. 257.*

artigen Säurelösungen von wechselnder Konzentration sechs Stunden lang genau bei 100° behandelt und alsdann durch sorgfältige Wägungen auf die dabei erlittene Gewichtsabnahme untersucht wurden.

Dabei stellte sich heraus, dass ein und dasselbe Glas stets die gleiche Gewichtsmenge verlor, gleichgiltig, ob es mit Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure oder Essigsäure behandelt war, und ob die einwirkende Säure tausendstelnormal, normal oder 10-fach-normal war. Nur für sehr viel konzentrirtere Säuren ergab sich, dass ihre Einwirkung schwächer war als diejenige der verdünnteren, welche ja, wie bekannt, ihrerseits hinsichtlich ihrer Stärke durch den Angriff, welchen Wasser auf Glas ausübt, erheblich übertroffen wird. Diese durch sehr zahlreiche Versuche festgestellten Thatsachen führen zu dem Schluss, dass Säuren in wässriger Lösung keine merkliche, unmittelbare Wirkung auf Glas besitzen, und der von ihren Lösungen auf Glas ausgeübte Angriff allein dem in ihnen enthaltenen Wasser zuzuschreiben ist.

Den vorstehenden ähnliche Ergebnisse wurden durch Versuche mit überhitzten Säuren gewonnen, welche man bei Temperaturen von 160° bis 190° mit verschiedenen Glassorten in der Weise vornahm, dass man zylindrische Röhrenstücke derselben mit den auf ihre Wirkung zu untersuchenden Säuren in weitere Glasröhren einschloss, welche alsdann unter bestimmten Vorsichtsmaassregeln aufrecht stehend in einem Glyzerinbade erhitzt wurden. Hierbei zeigte sich wieder, dass die Stärke des Angriffs der Lösungen so verschiedener Säuren, wie Schwefelsäure und Essigsäure, bei der gleichen, nach der Zahl der im Liter gelösten Aequivalente gemessenen Konzentration die gleiche war. Der Einfluss der letzteren trat aber hier erheblich mehr hervor als bei der früheren Versuchsreihe und äusserte sich wieder in dem Sinne, dass die konzentrirteren Säuren Glas schwächer angriffen als verdünntere. Die gleiche Thatsache ergab sich schliesslich auch, als die Temperatur, bei welcher man die Einwirkung verschieden starker Salzsäure auf Glas vor sich gehen liess, auf 260° bis 270° gesteigert wurde.

Der Befund, dass Säuren in wässriger Lösung auf die gewöhnlichen Kalkalkaligläser keine Wirkung ausüben, steht besonders mit manchen Angaben Emmerlings im Widerspruch; dieselben dürfen aber als irrthümlich bezeichnet werden.

Verhalten sich nun die Säuren dem Glase gegenüber indifferent, so vermindern sie offenbar, wenn sie in verhältnissmässig grosser Menge in Wasser gelöst sind, dadurch, dass sie die Konzentration des eigentlich wirksamen Agens, des Wassers, verringern, die Stärke des von diesem auszuübenden Angriffs. Das Wasser nun wirkt bekanntlich in dem Sinne auf Glas ein, dass es zunächst daraus Alkali in Freiheit setzt, welches dann seinerseits den weiteren Angriff des Wassers in bestimmter Weise stark befördert. Bei Anwesenheit von Säuren wird das freie Alkali neutralisirt, und daher ist der Angriff ihrer wässrigen Lösungen auf Glas viel schwächer als derjenige reinen Wassers. Als ganz aufgehoben aber darf man auch bei Gegenwart von Säuren die Wirkung des freien Alkalis nicht betrachten; denn da, wo die wässrige Säure mit Glas in Berührung tritt, entsteht zunächst immer freies Alkali, und es wird eine bestimmte Zeit verstreichen, bevor die zur Neutralisation desselben nöthigen Säureïonen herangekommen sind; während dessen kann das Alkali seine Wirkung ungehindert entfalten. Da aber diese Zeit um so kürzer sein wird, je konzentrirter die einwirkende Säure ist, so ergiebt sich daraus neben dem oben an-

geführten ein zweiter, sehr wichtiger Grund dafür, dass der Angriff der stärkeren Säure ein geringerer sein muss als derjenige der verdünnteren. Dieser Unterschied äussert sich aber, wie leicht ersichtlich, erst dann in merklicher Weise, wenn die aus dem Glase frei werdenden Alkalimengen den in unmittelbarer Nähe des Glases befindlichen Säuremengen gegenüber verhältnismässig beträchtliche sind; er tritt also erst hervor, wenn z. B. der Angriff der Säurelösungen auf Glas bei hoher Temperatur erfolgt.

Bei Gegenwart von Säuren ist also die Wirkung des Wassers auf Glas von derjenigen des reinen Wassers nur der Stärke nach und nicht dem Wesen nach verschieden; nur der Ueberschuss an freiem Alkali wird durch die anwesende Säure an der Ausübung seiner Wirkungen verhindert. Da grössere Mengen freien Alkalis, welche aus dem Glase sich lösen, besonders bei höherer Temperatur, auch Kieselsäure aus demselben in Lösung überführen, so äussert sich der Unterschied in der Wirkungsweise wässriger Säuren und reinen Wassers auf Glas unter Anderem auch darin, dass durch die ersteren der Kieselsäure gegenüber viel mehr Alkali gelöst wird als durch reines Wasser, dass also die Auslaugung des Alkalis aus Glasoberflächen viel vollständiger durch Säurelösungen erfolgt als durch jenes.

In ihrem Verhalten gegen Säuren unterscheiden sich die Kalkalkaligläser sehr wesentlich von vielen anderen Kalk und Alkali enthaltenden Silikaten, welche, wie man weiss, zumal durch Salzsäure mehr oder weniger leicht vollkommen zersetzt werden können. In solchen Fällen übt die Säure einen unmittelbaren Angriff auf das Silikat aus, welcher dann auch demjenigen des Wassers weit überlegen ist und an Stärke mit der Konzentration der Säure zunimmt. Besondere Versuche an einigen durch Salzsäure aufschliessbaren Mineralien haben den Unterschied im Verhalten des Glases und derartiger Silikate sehr deutlich hervortreten lassen.

Auch das geschmolzene Natriummetasilikat, Na_2SiO_3, wird von konzentrirteren Säuren stärker angegriffen als von verdünnteren und von diesen wieder mehr als von Wasser, während ein Natronwasserglas, welches auf 1 Molekül Natron 3 Moleküle Kieselsäure enthält, von Säurelösungen in der gleichen Weise angegriffen wird, wie es oben für Gläser dargethan wurde. Daraus ist der Schluss zu ziehen, dass der Umstand, dass Säuren auf Glas nicht einwirken, in dem hohen Kieselsäuregehalte der letzteren seinen Grund hat. Alsdann ergiebt sich, dass kieselsäurearme, aber kalkreiche Gläser von wässrigen Säuren stark angegriffen werden müssen. Ein Beispiel hierfür sind einige von Warrington[1]) schon vor längerer Zeit gemachten Beobachtungen; auch Schwarz fand, dass Gläser bei sonst gleicher molekularer Zusammensetzung bei abnehmendem Kieselsäuregehalt ihre Widerstandsfähigkeit gegen Säuren sehr schnell vermindern.

Ganz ähnlich wie die Kalkgläser erleiden nach Versuchen, welche bei 100° ausgeführt wurden, auch solche Bleigläser durch Säuren keinen unmittelbaren Angriff, welche wie die gewöhnlichen Bleikrystallgläser[2]) einen hinreichenden Gehalt an Kieselsäure besitzen. Auch bei ihnen wirkt in erster Linie das Wasser ein und übt daher auf sie einen stärkeren Angriff aus als wässrige Säurelösungen. Handelt es sich aber um bleireichere, kieselsäureärmere Gläser, wie wir sie in den

[1]) *Philos. Magaz.* **26.** *S. 578.*

[2]) Dass die Bleikrystallgläser durch Säuren nur sehr wenig angegriffen werden, ist durch langjährige Erfahrung bereits erhärtet; anderenfalls würde sich nämlich die Herstellung von Weingläsern aus Bleikrystallglas längst als unzulässig herausgestellt haben.

Flintgläsern kennen, so findet das Umgekehrte statt, der Angriff des Wassers ist ein sehr schwacher, und die Säurelösungen wirken auf die Gläser ausserordentlich viel stärker — und zwar je nach der Art und der Konzentration der gelösten Säure verschieden — ein.

Jedoch ist ein hoher Kieselsäuregehalt allein nicht ausreichend, den Angriff der Säuren auf Glas zu verhindern. Auch die Natur der mit der Kieselsäure verbundenen Basen ist dafür von ausschlaggebender Bedeutung. Dies zeigt sich, wenn man das zink-, kalk- und natronhaltige Jenaer Thermometerglas 16^{III} mit einem äquivalent zusammengesetzten Kalknatronglase in seinem Verhalten gegen Säuren vergleicht. Während dieses sich verhält wie andere kieselsäurereichen Kalkgläser, ist der Angriff der Salzsäure auf jenes bei 190° zwar schwächer als derjenige des Wassers, nimmt aber mit der Konzentration zu.

2. Einwirkung reiner Schwefelsäure. Ausser mit wässrigen Säurelösungen wurden auch einige Versuche über das Verhalten reiner Schwefelsäure gegenüber Kalkalkaligläsern angestellt. Sie zeigten, dass diese bei 100° in eben noch merklicher Weise auf Glas einwirkt, und dass die Stärke ihres Angriffs mit steigender Temperatur langsam zunimmt, und zwar derart, dass siedende Schwefelsäure Glas noch wesentlich schwächer angreift als siedendes Wasser. Wirken bei höherer Temperatur ihre Dämpfe auf Glas ein, so erfolgt eine verhältnissmässig starke Zersetzung desselben, und es bedeckt sich an seiner Oberfläche mit reifartigen Beschlägen von Alkalisulfaten. Solche werden daher sehr häufig beobachtet, wo die schwefelsäurehaltigen, heissen Verbrennungsprodukte von Steinkohlen oder von Leuchtgas mit Glasoberflächen in Berührung treten.

3. Einwirkung der Kohlensäure. Im Anschluss an die vorstehenden Untersuchungen wurde auch die Einwirkung der Kohlensäure auf Glas etwas näher ins Auge gefasst, da sie zusammen mit derjenigen der atmosphärischen Feuchtigkeit für das Verständnis der Verwitterungserscheinungen des Glases sehr wesentlich in Betracht kommt. Die Versuche wurden so angestellt, dass von ganz frischen Glaskolben einige längere Zeit hindurch dem Angriffe des blossen Wasserdampfes, andere unter gleichen äusseren Bedingungen demjenigen feuchter Kohlensäure ausgesetzt wurden, und dass die so vorbehandelten Kolben alsdann hinsichtlich ihrer Angreifbarkeit durch Wasser mit den frischen Kolben verglichen wurden. Diese Angreifbarkeit konnte sehr genau bestimmt werden, indem die von den Gläsern an Wasser abgegebenen Alkalimengen nach der früher[1]) mitgetheilten Methode von Mylius und mir mit Hilfe von ätherischer Eosinlösung kolorimetrisch ermittelt wurden.

Es ergab sich, dass auch die Kohlensäure, ganz ebenso wie die übrigen untersuchten Säuren, auf Glas eine unmittelbare, zersetzende Wirkung nicht ausübt. Bei der Verwitterung greift zunächst der Wasserdampf das Glas an und führt eine Quellung desselben herbei, durch welche schliesslich Alkali in Freiheit gesetzt wird, wie dies auch schon von Warburg und Ihmori[2]) gefunden wurde; das freie Alkali befördert einerseits die weitere, quellende Wirkung des Wasserdampfes, andererseits ist dasselbe erst der Stoff, auf welchen etwa vorhandene Kohlensäure einwirken kann. Im Wesentlichen wird also die Verwitterung der Gläser durch den Angriff des Wassers bewirkt, und die Kohlensäure vermag

[1]) *Diese Zeitschr. 1891. S. 312.*
[2]) *Wied. Ann.* **27.** *S. 481.*

nur in zweiter Linie diesen Vorgang in bestimmter Weise zu beeinflussen; sie kann daher auch in trockenem Zustande auf ganz wasserfreies Glas nicht einwirken, wie durch die Beobachtungen von **Bunsen**[1]) festgestellt wurde.

Wie nun aus dem Verhalten der Säuren gegen Glas der Schluss gezogen werden kann, dass die Angreifbarkeit eines Glases durch wässrige Säuren bestimmt ist von derjenigen durch Wasser, so ergiebt sich auch, dass die letztere ein Maass ist für die Verwitterungsfähigkeit, die Hygroskopizität, eines Glases. Es ist also möglich, ein Glas durch seine Angreifbarkeit durch Wasser, welche gemessen wird durch die von ihm an dieses abgegebene Alkalimenge, in sehr weitgehender Weise zu charakterisiren. Dies ist um so mehr der Fall, als die Bestimmung der Angreifbarkeit eines Glases durch Wasser meistens so vorgenommen werden kann, dass ihre Ergebnisse von zufällig an den Gläsern vorhandenen Veränderungen in der Oberflächenbeschaffenheit nicht beeinflusst werden.

C. Vergleichende Prüfung einiger besseren Gläser hinsichtlich ihres chemischen Verhaltens.

Häufig ist schon nachgewiesen worden, welche ausserordentlich grossen Unterschiede in der Stärke des Angriffs chemischer Agentien auf verschieden zusammengesetzte Gläser bestehen, und wie oft fehlerhaft hergestellte Gläser von sehr geringer Widerstandsfähigkeit für chemischen Gebrauch verarbeitet werden. Durch Steigerung der Feinheit und Empfindlichkeit der alkalimetrischen Methoden gelangten F. **Mylius** und ich dahin, auch erheblich geringere Unterschiede in der Angreifbarkeit verschiedener Gläser durch Wasser zu erkennen, als man bisher auf dem Wege der Gewichtsanalyse hatte auffinden können. Von besonderem Werth erschien es, zum Abschluss der vorstehenden Untersuchungen und in Verfolg der früher[2]) mitgetheilten Prüfungen von Gläsern, nach der genannten Methode die widerstandsfähigsten, zu chemischem Gebrauche hergestellten Gläser hinsichtlich ihrer Angreifbarkeit durch Wasser mit einander zu vergleichen, nachdem, wie soeben gezeigt ist, sich ergeben hatte, dass dieselbe auch für einen erheblichen Theil des übrigen chemischen Verhaltens der Gläser maassgebend ist.

Uebersicht I.

Nummer des Glases	K_2O	Na_2O	CaO	MnO	Al_2O_3 (+ Fe_2O_3)	SiO_2	$R^I_2O : CaO : SiO_2$	Anzahl der in 100 Molekülen enthaltenen Alkalimoleküle
1	6,2	6,4	10,0	0,2	0,4	76,8	0,95 : 1 : 7,16	10,4
2	7,0	8,3	8,1	—	0,3	76,3	1,44 : 1 : 8,80	12,7
3	11,8	4,9	7,6	0,1	0,5	75,1	1,50 : 1 : 9,24	12,8
4	4,3	10,0	7,8	—	0,3	77,6	1,48 : 1 : 9,28	12,6
5	4,6	10,1	7,7	—	0,4	77,2	1,54 : 1 : 9,36	13
6	0,6	14,3	11,2	0,4	2,9	70,6	1,18 : 1 : 5,88	14,6
7	9,7	9,0	6,8	—	0,4	74,1	2,04 : 1 : 10,17	15,4
8	6,7	13,7	7,2	0,3	3,2	68,9	2,27 : 1 : 8,91	18,6

In der vorstehenden Uebersicht I findet sich die prozentische Zusammensetzung einer Anzahl der besten, im deutschen Handel zu chemischem Gebrauch vor-

[1]) *Wied. Ann.* **24.** *S. 321.*

[2]) *Diese Zeitschr. 1891. S. 326.*

kommenden Gläser gleichzeitig mit einigen Angaben über das molekulare Verhältnis ihrer Bestandtheile verzeichnet. In der Uebersicht II sind alsdann die für die Angreifbarkeit dieser Gläser (Rundkolben) durch Wasser ermittelten Werthe angeführt; daran schliessen sich Angaben über die Löslichkeit dieser Gläser in kaustischen und kohlensauren Alkalien. Zum Vergleich sind den guten Gläsern Nr. 1 bis 6 am Schluss beider Uebersichten noch zwei Vertreter von weicheren, im Handel besonders häufig vorkommenden Glassorten beigesellt.

Uebersicht II.

Nummer des Glases	Alkaliabgabe an Wasser, ausgedrückt in Tausendstel-Milligrammen Na_2O, von 100 qcm Oberfläche		Gewichtsabgabe, in Milligrammen, von 100 qcm Oberfläche bei dreitägiger Behandlung mit 100° warmer	
	bei 8-tägiger Behandlung mit Wasser von 20° nach 3-tägiger Vorbehandlung mit Wasser von der gleichen Temperatur.	bei darauf folgender dreistündiger Behandlung mit Wasser von 80° [1])	doppelt normaler Natronlauge	doppelt normaler Sodalösung
1	13	27	37	59
2	14	56	40	77
3	14,5	45	38	79
4	15	50	38	73
5	18	66	42	79
6	27	98	31	41
7	32	217	—	—
8	77	654	46	45

Wie man sieht, befindet sich unter den untersuchten Gläsern keines, welches allen anderen in jeder Hinsicht überlegen wäre. Als das beste der zu chemischem Gebrauche in Deutschland zur Zeit hergestellten Gläser erweist sich in seinem Verhalten gegen Wasser (zumal in der Hitze) sowie gegen Säuren das Glas No. 1. In seiner Zusammensetzung kommt es dem Glase sehr nahe, welches seiner Zeit Stas sich bei Gelegenheit seiner Atomgewichtsbestimmungen herstellen liess. Dasselbe erweist sich also auch heute noch als unübertroffen, und es ist auf die Anregungen, welche die das chemische Verhalten des Glases betreffenden Arbeiten der Reichsanstalt gegeben haben, zurückzuführen, dass seit einiger Zeit Geräthe aus diesem Glase in den Handel kommen.[2]) Mit der Herstellung des Stas'schen Glases dürfte aber die Technik der Grenze sehr nahe gekommen sein, welche ihr für die Bereitung widerstandsfähiger Gläser zur Zeit gezogen ist.

Charlottenburg im November 1893.

---

[1]) Diese Versuchsbedingungen sind also etwas andere, als bei der früheren Prüfung innegehalten wurden.

[2]) *Vergl. diese Zeitschr. 1893. S. 31.*

Referate.

Vorläufiger Bericht über den der *U. S. Coast and Geodetic Survey* gehörigen Basisapparat mit Eispackung.

Von R. S. Woodward. *Americ. Journal of Science, III.* **45.** *S. 33. (1893.)*

Die Schwierigkeit der Temperaturbestimmung eines in freier Luft befindlichen Maassstabes, ein Hauptpunkt bei den bisher bekannten Basismessungen, ist in mehreren Nummern *dieser Zeitschrift* (*1891. S. 346*, *1893. S. 322*) beleuchtet worden; ebenso findet man daselbst (*1891. S. 347*, *1892. S. 241*) Vorschläge, die zur Beseitigung des Missstandes dadurch führen sollen, dass man den Maassstab in ein Medium von grösserer Wärmekapazität bringt. Bei den Versuchsreihen nun, von deren Ergebnissen obiger *Preliminary Account* berichtet, hat man zerstossenes Eis angewendet, indessen weniger der genauen Bestimmung als der Konstanz der Temperatur wegen. Nach Herrn Woodward dürfte Herr E. S. Wheeler von der *U. S. Lake Survey*, wenn nicht der Erste, so doch einer der Ersten gewesen sein, die der Idee eines *Iced Bar Base Apparatus* näher getreten sind; im Juli 1890 erhielt Herr Woodward vom *Superintendent of the Coast Survey* den Auftrag, einen solchen auszuarbeiten und ausführen zu lassen. Die Ausführung geschah, mit Benutzung älterer Ideen, im Januar 1891 in Washington, theils bei E. N. Gray and Co., und D. Ballauf, theils in der *Instrument Division of the Survey*, und im vorliegenden Bericht giebt Herr Woodward ausser einer Beschreibung des Apparates auch interessante Mittheilungen über die im Sommer 1891 ausgeführten Probemessungen.

Die Messstange besteht aus gewalztem Stahl, ist 5,02 *m* lang, 8 *mm* breit und 32 *mm* tief; ihr Querschnitt ist ein Rechteck (bei *A*, s. Fig.) Die obere Hälfte der Stange ist an beiden Enden ausgeschnitten worden; zwei harte Silberstifte, deren Oberflächen in der neutralen Zone der Stange liegen, tragen die Endstriche, die so gezogen sind, dass ihre Entfernung sehr nahe 5 *m* beträgt (vergl. weiter unten); je zwei um 0,2 *mm* von einander abstehende Längslinien begrenzen die zu benutzenden Stellen. Zum Alignement der Stange dienen elf weitere, auf der oberen Grenzfläche befindliche Silberstifte; sie stehen immer um 49,5 *cm* voneinander ab und tragen auf ihren oberen Endflächen, die alle bis auf wenige Hundertel Millimeter von der neutralen Zone der Stange abstehen, je einen Längsstrich; die eigentliche Länge der Stange wird dann durch den Abstand der Endstriche angegeben, wenn die Oberflächen der elf Stifte in einer Ebene und jene Längslinien in einer Geraden liegen.

Der Y-Trog, sogenannt wegen seiner Querschnittsform, dient zur Aufnahme der Stange und des Eises; er besteht aus zwei 5,14 *m* langen, 25,5 *cm* breiten, 3 *mm* dicken, dachförmig umgebogenen Stahlplatten (*BCD* und *FCD*, s. Fig.); der Winkel *BCF* beträgt 60°; seine Seiten werden mit V-förmigen Holzdeckeln verschlossen; er enthält ausserdem noch sogenannte Sättel *S*, besonders geformte Eisenstücke, die an den Platten befestigt sind und welche die vertikalen und horizontalen Schrauben tragen, von denen die Stange gehalten wird; die letzteren sind dabei so befestigt, dass die Stange nicht gepresst wird und dass eine kleine Drehung der Stange um ihre Längsaxe noch möglich ist. Das Schmelzwasser kann durch Löcher im Boden des Troges ablaufen, die, um Luftzirkulation zu verhindern, mit Baumwolle verstopft sind. Oben wird der Trog mit einem dicken Baum-

wollenfilz bedeckt zum Schutz gegen Bestrahlung. Seitlich ist noch ein Sektor befestigt behufs Messung der Neigung der Stange; zur Ablesung dienen zwei 10″ Nonien.

Vor der Messung wird der Trog mit zerstossenem Eis gefüllt, so dass die Stange noch 5 *cm* hoch überdeckt ist. Zu einer Füllung sind etwa 40 *kg* Eis nöthig, die von einer eigenen Maschine in 10 Minuten zerkleinert werden; die grössten Eistheilchen haben etwa 1 *ccm* Inhalt; an den Stangenenden werden kleine konische Löcher vermittels eines besonderen Hobels ausgestossen.

Der Trog ruht, in Entfernungen von 40 *cm* von jedem Ende ab, auf Lagern, die von zwei dreirädrigen Karren getragen werden; die Lager selbst sind am Troge befestigt und haben Muttergewinde für senkrecht nach unten gehende Schrauben, die Trog und Stange zu senken und zu heben erlauben; mit ihren unteren Enden sind die Schrauben am Boden der Karren befestigt; an diesen Befestigungsstellen werden durch doppelte Schlittenführungen noch kleine Längs- und Querverschiebungen ermöglicht.

Die Karren rollen auf tragbaren Geleisen von 30 *cm* Spurweite; drei Geleise von je 5 *m* Länge waren ausreichend.

Zur Ablesung der Endstriche dienten vier Repsold'sche Mikroskope; sie wurden in gusseiserne Mikroskopträger auf äquidistanten Holzpfosten eingesetzt, die ebenso wie die Pfosten für die Geleise vor Beginn der Messung eingeschlagen worden waren.

Die Markirung und die Beobachtung der Fixpunkte geschah dem bekannten Repsold'schen Vorschlage gemäss.

Von den Berichtigungen des Apparates ist die der Stange die wichtigste. Um die Oberflächen der elf Silberstifte in eine Ebene zu bringen, wird ein 99 *cm* langes Aufsatzniveau benutzt; zunächst werden vermittels der neben jedem Stifte befindlichen Vertikalschrauben die Stifte 1—3, 3—5 u. s. w., dann 2—4, 4—6 u. s. w. berichtigt; um dann die Längslinien der Stifte in eine Gerade zu bringen, wurde einfach ein feiner Faden über alle hinweg gespannt und eine horizontale Abweichung beseitigt. Erfahrungsgemäss haben Gestaltänderungen des Troges zu vernachlässigende Veränderungen in der Gestalt der Stange bewirkt. — Bei der Horizontirung der Stange wurde mit Hilfe eines Niveaus auch der Nullpunkt des Neigungssektors bestimmt. — Die Vertikalstellung der Absehelinien der Mikroskope geschah durch feste Niveaux.

Vor der Messung war an den Mikroskoppfosten vermittels eines Theodoliten eine Linie parallel zur Basis markirt worden; die seitliche Abweichung der Stangenenden während der Beobachtung wurde durch direkte Messung der Distanzen der Mitten der Stangeenden von jener Parallelbasis bestimmt.

Zur Ausführung der Basismessung waren 8 Personen vorgesehen: 3 Beobachter, 1 Schreiber, 1 Mann zum Transport der Mikroskope und 3 Männer für die Geleise, die Mikroskopschirme, das Eis und den Zerkleinerer. Nach 20 bis 40 Minuten wurde das zerlaufene Eis (3 bis 5 *kg*) ersetzt. — Die Beobachter standen auf Plattformen, sodass die Mikroskoppfosten etwa 1 *m* nach jeder Seite isolirt blieben. — In Bezug auf die Dauer der Messung giebt Herr Woodward an, dass 100 *m* in etwa einer Stunde, und dass an einem Tage gut 1 *km* gemessen werden könne.

Der Apparat ist auf zwei vorbereiteten Messbahnen zur Anwendung gekommen, auf einem „100 *m*-Komparator“ und einem „Standard-Kilometer“; dieselben unterschieden sich von einer Basis hauptsächlich durch eine Anzahl sorgfältiger getroffener, mehr auf die Dauer bestimmter Nebeneinrichtungen; so war der Komparator mit einem 110 *m* langen, 3 *m* breiten Schuppen bedeckt, dessen eine Längsseite offen war.

Eine erste Beobachtungsreihe, bei welcher der Komparator an fünf verschiedenen Tagen 13 mal, in einem Sinne und ohne Beobachterwechsel gemessen worden war, ergab als mittleren Fehler einer Messung: ± 30$^{\mu}$; eine zweite, bei welcher er an drei Tagen 10 mal, in verschiedenem Sinne, und mit Beobachterwechsel gemessen wurde, ergab: ± 61$^{\mu}$; die persönliche Gleichung betrug im ersten Falle: + 3$^{\mu}$,1 ± 0$^{\mu}$,5, im zweiten: + 1$^{\mu}$,7 ± 1$^{\mu}$,0, auch zeigte sich ein Unterschied je nach dem Sinne der Messrichtung. Der Kilometer

wurde in vier gleichgrossen Theilen gemessen; eine erste Reihe, unmittelbar nach dem Setzen der Zwischenfestlegungen und bei durchnässtem Boden unternommen, liess folgende Unterschiede zwischen Hin- und Rückgang übrig:

0 — 250 *m*	250 — 500 *m*	500 — 750 *m*	750—1000 *m*	0—1000 *m*
— 0,17 *mm*	— 0,88 *mm*	— 0,29 *mm*	— 1,28 *mm*	— 2,62 *mm*;

3 bis 4 Wochen später folgte auf trocknem, hartem Boden eine zweite Reihe; sie giebt:

—0,10 *mm*	+0,10 *mm*	—0,09 *mm*	— 0,09 *mm*	— 0,18 *mm*.

In einem weiteren Abschnitte theilt Herr Woodward die behufs Etalonnirung angestellten Vergleichungen der Messstange mit dem Prototypmeter No. 21 mit; dieselben geschahen theils direkt mit Hilfe von sechs festen Zwischenmikroskopen, theils mit Hilfe einer zweiten, in Meter getheilten 5 *m* langen Messstange; die Resultate sind:

1891	Juli	Länge	= 5 *m*	— $11^{\mu}{,}0 \pm 1^{\mu}{,}4$
1892	Febr.-März	„	=	— 15,2 ± 0,6
	April-Mai	„	=	— 11,7 ± 1,6
	Juli-August	„	=	— 16,8 ± 0,3;

die äussere Temperatur variirte dabei zwischen 5° und 40° C.

In der Schlussbemerkung giebt Herr Woodward an, dass nach direkten Versuchen die Temperatur der in schmelzendem Eise liegenden Stange bis auf wenige Hundertel Grade mit dem Nullpunkte der Celsiusskale zusammenfiel; da die Stange sich für 1° C. um etwa 55^{μ} ausdehnen würde, so ist nach ihm eine Rücksichtnahme auf die Temperatur nicht nöthig. Ferner ist nach seinen Beobachtungen der Einfluss des Druckes der seitlichen Schrauben und der Durchbiegung der Stange zu vernachlässigen. Es scheint ihm erreichbar, mit dem *Iced Bar Base Apparatus* eine Genauigkeit von 1 : 5 000 000, ausgedrückt in Theilen der gemessenen Länge, zu erreichen. Der Apparat soll indessen weniger zur Messung langer Strecken, als gewissermaassen zur Aichung anderer Basisapparate dienen, die eine grössere Messgeschwindigkeit ermöglichen. *Sn.*

Ueber ein neues Manometermodell.

Von Villard. *Comptes Rendus.* ***116.*** *S. 1124. (1893.)*

Die Gasthermometer leiden im Allgemeinen an dem Fehler, dass sie für wachsende Drucke immer unempfindlicher werden, so dass man für grössere Druckintervalle eine Serie von Instrumenten anwenden muss. Verf. giebt nun ein Manometer an, welches zwei verschiedene Skalen besitzt, eine für geringere, die andere für höhere Drucke. Das Manometer selbst ist ein U-förmiges Rohr mit einem weiteren und einem engeren Schenkel (Querschnittsverhältniss 1 : 10). Der letztere besitzt an seinem unteren Ende Erweiterungen, deren Inhalt etwas geringer als derjenige des weiteren Schenkels ist. Der enge Schenkel ist mit Stickstoff gefüllt, welcher durch das Quecksilber des weiteren Schenkels, auf dessen oberes Ende der zu messende Druck wirkt, komprimirt wird. Bei geringen Drucken dient die Skale des weiten Schenkels zum Ablesen, bis das Quecksilber die Ampullen erfüllt hat; tritt es dann bei stärker werdendem Druck in die enge Röhre ein, so kann nun hier der Druck abgelesen werden. Die Empfindlichkeit wird dadurch im umgekehrten Verhältniss der Querschnitte erhöht. *W. J.*

Die Konstruktion von induktionsfreien Widerständen.

Von W. E. Ayrton und T. Mather. *Phil. Mag. V.* ***33.*** *S. 186. (1892.)*

Für die Ermittlung der Energie in Wechselstromkreisen müssen die verwandten Messwiderstände induktionsfrei sein. Glühlampen, die bisher zu diesen Zwecken häufig gebraucht wurden, erfüllen allerdings einigermaassen diese Bedingung, sie haben aber den Nachtheil, dass bei der hohen Temperatur der Temperaturkoeffizient der Kohle sehr in Betracht kommt; es müssen an der brennenden Lampe Widerstandsmessungen ausgeführt

werden. Dazu kommt, dass das Material gegen mechanische Erschütterungen nicht sehr widerstandsfähig ist.

Fast vollkommen induktionsfreie Drahtwiderstände stellt man bekanntlich dadurch her, dass man den Draht in der Mitte kurz umbiegt und die beiden Hälften von einander isolirt, aber sehr nahe bei einander führt. Noch vortheilhafter verwendet man flache Bänder. Die Verfasser konstruiren einen solchen Widerstand folgendermaassen: Bänder aus Platinoid (einer in England vielfach zu derartigen Zwecken benutzten Neusilberlegirung) von 6 *m* Länge, 4 *cm* Breite und 0,25 *mm* Dicke werden in der Mitte umgebogen und auf einander gelegt. Durch eine doppelte Lage von mit Schellack bestrichener Seide werden die beiden Hälften von einander isolirt. Die Seide ist breiter als die Bänder, damit kein Kurzschluss vorkommen kann. Das Ganze wird dadurch zusammengehalten, dass man ein schmales Seidenband spiralförmig herumwickelt, indem man aber zwischen den einzelnen Windungen genügend Raum zur Abkühlung des Widerstandsbleches lässt. Diese 3 *m* langen Widerstandsbänder sind auf einem an der Wand des Messzimmers isolirt befestigten Holzrahmen angebracht und zwar sind je drei ständig hintereinander verbunden. Vier solche Serien können durch Verbindungsstücke beliebig geschaltet werden. Selbst bei Serienschaltung aller Bänder, wobei der Widerstand 2,9 *Ohm* betrug, war eine merkliche Selbstinduktion nicht vorhanden. Bei einer Belastung von 15 *Amp.* für ein Band betrug die Widerstandsänderung in Folge der Erwärmung nur etwa 0,001 des Werthes.

Diese Art von Widerständen hat, wie es der bifilaren Wickelung eigenthümlich ist, den Nachtheil, dass die Enden welche die grösste Potentialdifferenz aufweisen, unmittelbar nebeneinander liegen. Frei davon ist eine andere von den Verfassern benutzte Form, welche dazu leicht transportabel konstruirt werden kann. Zwei unbesponnene Drähte werden zu Spiralen gewickelt, deren eine rechtsgängig, während die andere linksgängig ist, und die in ihrem Durchmesser nur wenig von einander abweichen; beide Spiralen werden ineinander gestellt und parallel verbunden. Die Selbstinduktion ist fast ebenso gering wie bei der vorher beschriebenen Anordnung; gleichzeitig ist aber die abkühlende Oberfläche der beiden parallelen Drähte bedeutend grösser als für einen Draht von doppeltem Querschnitt, so dass sie sich aus diesem Grunde und wegen ihrer geringen magnetischen Fernwirkung auch zur Messung von starken Gleichströmen sehr wohl eignen. Verbindet man die Enden der Spiralen so mit einander, dass einmal der Strom in den Windungen beider in demselben Sinne fliesst, das andere Mal aber, wie erwähnt, in der äusseren Spirale umgekehrt wie in der inneren, so wird, wie Messungen ergaben, die Selbstinduktion dadurch im letzteren Fall etwa auf den zehnten Theil herabgedrückt. *Lck.*

Verbesserter Diffusionsapparat.

Von V. Dvořák. *Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr.* **6.** *S. 193. (1893.)*

Eine Thonzelle *T* wird durch einen doppelt durchbohrten Kork verschlossen. Durch die eine Oeffnung wird das beiderseits geschlossene, gebogene Glasrohr *hi* gesteckt, das als Handgriff dient, und durch die andere Oeffnung das gebogene Glasrohr *ab*, das durch einen dünnen Kautschukschlauch mit einem Holtz'schen Indikator *cd* (*Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr.* **3.** *S. 66*) verbunden wird. Die Fugen zwischen Kork, Thonzelle und Glasröhren werden mit Luftpumpenfett gut gedichtet. Ein grosses Becherglas wird mit einem Gase gefüllt und dann die Thonzelle hineingehalten; die Bewegung des Weingeisttropfens *Z* in dem Indikator macht den Diffusionsvorgang weithin sichtbar.

H. H.-M.

Ueber den bei aktinometrischen Beobachtungen zu erreichenden Genauigkeitsgrad.

Von R. Savélief. *Ann. de chim. et de phys. VI. 28. S. 394. (1893.)*

Anlässlich der internationalen meteorologischen Konferenz zu München (Aug. Sept. 1891) wurde in Bezug auf das Studium der Radiation allgemein anerkannt, dass ungeachtet der grossen Fortschritte in dieser Richtung die aktinometrischen Methoden immer noch nicht genügend sicher gestellt sind, um irgend eine derselben zur Einführung in den regelmässigen meteorologischen Beobachtungsdienst empfehlen zu können. In seiner grundlegenden, umfassend kritischen Studie „Ueber den gegenwärtigen Zustand der Aktinometrie"[1]) (*Wild's Repertorium für Meteorologie Bd. XV No. 1*) hat dann Herr Chwolson des Näheren ausgeführt, warum die bisher in Vorschlag gebrachten und grösstentheils auch ausgeführten aktinometrischen Methoden nicht im Stande sind, Beobachtungsdaten zu liefern, deren Genauigkeitsgrad den Anforderungen moderner Wissenschaft entsprechen, und warum insbesondere das bekannte Aktinometer von A. Crova, mit dem Herr Chwolson selbst eine sehr grosse Anzahl von Beobachtungen während des Sommers 1891 in Pawlosk ausführte, die (relativen) Werthe der Sonnenstrahlung nicht mit der wünschenswerthen Genauigkeit zu messen gestattet.

Als Gründe, die darauf hinweisen, dass das Crova'sche Aktinometer auch die relativen Werthe der Sonnenstrahlung nicht mit einer, modernen Anforderungen genügenden Genauigkeit liefern kann, nennt Herr Chwolson (A. a. O. S. 105 u. f.) verschiedene, so z. B: Direkte Beobachtungsfehler, die in Folge der zu einer Messung nothwendigen Kombination von sechs verschiedenen Ablesungen sich leicht bis zu mehreren Prozenten der gesuchten Grösse summiren können; ferner ein Fehler, der 6% erreichen kann, in Folge allmäligen Uebergangs von Quecksilber aus der Kugel in das Reservoir. Hinzutritt eine theoretisch unrichtig eingeführte Korrektion wegen des Wärmeverlustes während der Bestrahlung; die Grösse dieses Fehlers (bis zu 8%) ist abhängig von dem Wärmezustand der Thermometerkugel am Anfange der Messung und ist auch unzweifelhaft in hohem Grade variabel mit der Zeit, ebenso wie der Erkaltungskoefficient. Beanstandet wird ferner die Veränderlichkeit der Hüllentemperatur, die Verzögerung der Wärmetransmission durch die schwarze Platinschicht der rezipirenden Thermometerkugel u. s. f. Herr Savélief, dem in der Behandlung des Crova'schen Apparates selbst eine langjährige Erfahrung zu Gebote steht, ist nun bezüglich der Leistungsfähigkeit des letzteren Instrumentes und einiger der angeführten Fehlerquellen so ziemlich der gegentheiligen Ansicht; vergleichsweise verwendete er bei seinen Beobachtungen auch ein sorgfältig ausgeführtes Violle'sches Aktinometer, wie er in der oben zitirten Arbeit des Näheren ausführte. Auf die Wiedergabe der bemerkenswerthen Hauptpunkte der letzteren, die sich im Wesentlichen auf eine Vertheidigung des Crova'schen Aktinometers (A. a. O. S. 405 u. f.) und Aktinographen (A. a. O. S. 411 u. f.) beziehen, müssen wir an dieser Stelle indessen verzichten, da die betreffenden Erörterungen *pro et contra*, auch nur im Auszuge, doch zu sehr in das Dickicht der aktinometrischen Praxis führen dürften. Dagegen wollen wir nicht unterlassen, auf

[1]) Vergl. *diese Zeitschr. 1892. S. 427.*

die elegante und bequeme Konstruktionsform hinzuweisen, die Herr Savélief für seine vergleichenden Messungen dem Violle'schen Aktinometer gegeben hat und die durch die beigegebene Figur veranschaulicht wird. Beim Violle'schen Apparat ist der die Sonnenwärme empfangende Körper bekanntlich die sorgfältig geschwärzte Kugel eines gewöhnlichen Quecksilberthermometers T, welche sich zentrirt im Innern der auf solidem Metallfuss azimuthal montirten kugelförmigen Doppelhülle befindet, die mittels eines Wasserstromes (Einbezw. Ausflussöffnung S u. S_1) auf konstanter Temperatur erhalten werden kann. Das zweite eingesenkte Thermometer T_1 dient zur Notirung der Temperatur dieser Wasserfüllung. Auf der Mündung der vorderen, mit Oeffnungen von verschiedenem Durchmesser (für den Einlass der Sonnenstrahlen) versehenen Diaphragmenplatte sitzt eine hochpolirte, vernickelte Messingscheibe von einem um 10 *cm* grösseren Durchmesser wie derjenige der Kugelhülle; an der diametral entgegengesetzten Seite ist eine zweite, aber matte Messingscheibe angebracht, wieder um 10 *cm* grösser als die vordere. Vermittels der ersteren wird der Apparat vor den Strahlen der Sonne geschützt, auf der hintern aber fängt man zentrisch den Schatten der vordern auf, wodurch das Aktinometer richtig gegen die einfallende Strahlung fixirt ist. Der Deckel, welcher als Verschluss der Diaphragmenöffnung dient, ist doppelwandig aus stark polirtem Messing hergestellt und passt auf die Oeffnung O der Kugelhülle; während der Beobachtung ist sein Platz auf letzterer, wodurch er die Temperatur des Umschlusses annimmt, was nachher beim Prozess der Abkühlung bestimmte Bedeutung erlangt. *J. M.*

Reitersicherung an analytischen Waagen.

Von A. K. Markl. *Zeitschr. f. anal. Chem.* **32.** *S. 431. (1893).*

Um das häufig aus kleinen Zufälligkeiten eintretende Herabspringen des Reiters von seinem Häkchen zu verhüten, beschreibt der Verfasser eine kleine Sicherung, die ihren Zweck wohl erfüllen dürfte, da sie einfach ist und eine Belästigung bei der Wägung nicht verursacht. An der Schiebestange ist neben dem Reiterarm ein Winkelhebel drehbar befestigt, dessen vorderes Ende mit einer Klaue versehen ist. Eine an dem Reiterarm befestigte Spiralfeder drückt die Klaue leicht auf die Oese des Häkchens, sodass dadurch der Reiter eingeklemmt ist. Dreht man den Schiebestab, um den Reiter auf den Waagebalken zu setzen, so dreht sich, durch die Spiralfeder angezogen, mit dem Reiterarm auch der Winkelhebel, bis sein hinteres Ende gegen die Glaswand des Waagekastens stösst. Dadurch wird der Reiter dicht über dem Waagebalken von der Klaue freigegeben und das Häkchen kann aus seiner Oese entfernt werden wie gewöhnlich. Umgekehrt legt sich beim Aufheben die Klaue selbthätig über den Reiter. *Fm.*

Neuer Hahn für Vakuumexsiccatoren.

Von O. Ernst. *Ber. d. d. chem. Ges.* **26.** *S. 1698. (1893).*

Der Hahn soll der unbequemen Länge der älteren Formen abhelfen. Er ist ein aus einer Röhre geblasener hohler Glaskörper, der in den Tubus des Exsiccators eingeschliffen ist. Die dem Innern zugekehrte Seite ist geschlossen, während das nach aussen ragende Ende offen ist und zum Ueberstreifen des Pumpenschlauches dient. Die Kommunikation ist hergestellt durch eine Oeffnung in der Schliffstelle des Hahnes und durch eine schmale Rinne, die in der Wand des Tubus bis zu seiner halben Länge hergestellt ist. In einer ganz bestimmten Stellung des Hahnes kommt die Oeffnung über die Rinne zu liegen und damit ist der Luft der Aus- und Eintritt gestattet. Eine Drehung hingegen schliesst den Exsiccator nach aussen ab. Um die Drehung ausführen zu können, sind an dem äusseren Theile des Hahnes zwei seitliche Griffansätze angeschmolzen, von denen der eine zur Kennzeichnung der Hahnstellung mit einem Tropfen Emailleglas versehen ist. *Fm.*

Neu erschienene Bücher.

Photographische Optik ohne mathematische Entwicklungen für Fachleute und Liebhaber. Von Dr. Adolf Miethe. 153 S. mit 72 Figuren und 2 Tafeln. Berlin, R. Mückenberger 1893. M. 5,00.

Der Verfasser hat sich als Mitarbeiter bezw. Herausgeber von populären und Fachzeitschriften (*Prometheus*, *Photogr. Mittheilungen* u. A.) um die Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Anschauungen in den letzten Jahren ganz besonders verdient gemacht; er hat auf dem speziellen Gebiete der photographischen Optik und Technik auch selbst manches zur Lösung wichtiger Aufgaben beigetragen (Objektivkonstruktionen, Magnesium-Blitzlicht, Rauchglasblende u. a. m.). Man war daher berechtigt, an ein Buch aus seiner Feder, welches die photographische Optik in gemeinfasslicher Weise darstellte, von vornherein einen sehr hohen Maassstab zu legen.

Wenn Referent nun ganz aufrichtig urtheilen soll, so muss er bekennen, dass die Lektüre des Buches diese — wie nochmals betont werden muss, sehr hoch gespannten — Erwartungen nicht ganz befriedigt hat.

Vielleicht liegt dies daran, dass die Aufgabe, welche der Verfasser sich gestellt hat, in sich einen Widerspruch trägt, an welchem eine ganz befriedigende Lösung nothwendig scheitern muss. In der That war bisher die Meinung allgemein, dass gerade die Optik zu denjenigen Wissenschaften gehöre, in deren Hallen „kein der Mathematik Unkundiger eintreten dürfe“ und die Geschichte der Wissenschaften bestätigt, dass neben der Astronomie und Mechanik nirgends so früh und so ausgiebig von der Mathematik Gebrauch gemacht worden ist als in der Optik.

Das vorliegende Buch wird nun meines Erachtens kaum im Stande sein, eine solche Meinung zu widerlegen. Denn wenn auch manche Gesetze in der Lehre vom Licht sich durch eine blosse Beschreibung anschaulich und damit bis zu einem gewissen Grade verständlich machen (niemals beweisen!) lassen, so schlägt einem erheblich anderen Theil gegenüber doch ein jeder solcher Versuch gänzlich fehl. Für den „gesunden Menschenverstand“, an welchen allein der Verfasser appelliren zu wollen verspricht, konnte — eingestandenermaassen — schliesslich doch auch er keine halbwegs befriedigende Erklärung z. B. der Aberrationen schiefer Büschel (Verzeichnung, Astigmatismus und Koma) liefern; für diesen ist die Existenz, geschweige Lage von Haupt- und Knotenpunkten in optischen Systemen nicht zu erweisen möglich u. dergl. m.[1]) Da aber der Verfasser aus seinen Erörterungen keinen irgend belangreichen zu dem Gebiet gehörigen Gegenstand weglassen will, so bleibt ihm eben nichts weiter übrig, als bei solchen Gelegenheiten seine Leser zum Glauben an die Richtigkeit seiner Darstellung aufzufordern. Und was das bedenklichste ist, er hält hierbei trotz der ausdrücklichen Versicherung des Gegentheils, nicht immer genügend auseinander, was nach seinen Darlegungen als bewiesen gelten, was ohne Beweis vertrauensvoll angenommen werden soll. Gerade durch diese Vermengung aber des Bewiesenen und des blos Erzählten wird bekanntlich bei populären Darstellungen am häufigsten gesündigt und Verwirrung statt Klarheit in den Köpfen ungeschulter Leser hervorgebracht. Ich hatte gehofft, dass Verfasser diese Klippe glücklicher umsegeln würde.

Aber auch innerhalb des Rahmens, welchen der Verfasser einmal für seine Darstellung gewählt hat, hätte meiner Ansicht nach manches besser durchgeführt sein können. Für die Veranschaulichung z. B. der optischen Grundgesetze hätte auf die mancherlei Hilfsmittel hingewiesen werden können, welche namentlich aus den Kreisen der Mittelschullehrer — aber auch von akademischen Dozenten — herrühren und theils in den Zeitschriften (*diese Zeitschr.*, *Zeitschr. f. physik. u. chem. Unterricht*, *Praktische Physik u. A.*),

[1]) Referent möchte sich von vornherein dagegen verwahren, für einen grundsätzlichen Gegner jeder populären Darstellung der Optik gehalten zu werden. Die Thatsache, dass er selbst wiederholt Vorträge über diesen Gegenstand vor Arbeitern gehalten hat, dürfte genügen, um ihn gegen einen solchen Vorwurf zu schützen.

theils in besonderen Werken (Lommel, Mayer und Barnard, Tyndall u. A.) angegeben sind. Ein von dem Lernenden selbst angestellter Versuch ist doch nach allgemeinem Urtheil bei weitem lehrreicher als die Lektüre einer langen Beschreibung. Zu solchen Versuchen — die z. Th. mit den allergeringsten Hilfsmitteln angestellt werden können — anzuregen, wäre nach meinem Dafürhalten eine der ersten Pflichten oder doch sicher ein grosses Verdienst bei dem Vortrag eines derartigen Gegenstandes gewesen.

Manche stilistische und selbst sachliche Flüchtigkeitsfehler stören bei der Lektüre und sollten in einer etwa nothwendig werdenden neuen Auflage unter allen Umständen ausgemerzt werden.

Der Verfasser wird doch nicht in Wirklichkeit den Irrthum begehen, den er S. 52 ausspricht: „dass die Verhältnisse in Bezug auf die sekundäre Farbenabweichung am ungünstigsten liegen, wenn wir ein sehr leichtes Kron mit einem sehr schweren Flint verbinden.“ Der entgegengesetzte Irrthum ist zwar mehrmals schon begangen worden: dass der Grössenbetrag der ν-Differenz (Differenz der relativen Dispersionen) günstig auf das sekundäre Spektrum wirke. In Wahrheit gleicht sich aber sein Effekt bei den gewöhnlichen Glasarten mit dem von Miethe allein ins Feld geführten (der grösseren Disproportionalität) fast genau aus (vgl. *diese Zeitschr. 1886. S. 344*).

„Beugungsaberration“ (S. 60 und anderwärts) ist eine unglückliche Bezeichnung, welche so sehr zu missverständlicher Auffassung verleitet, dass man ihr am besten weit aus dem Wege geht.

Dass „die berühmten Instrumente Fraunhofer's ohne bewusste Berücksichtigung der Eigenschaften schiefer Strahlenbüschel hergestellt sind“ und „dass dieser geniale Optiker durch geschicktes Probiren seinen achromatischen Objektiven eine solche Form gegeben, dass wenigstens übermässige Fehler wenig geneigter Strahlenbüschel glücklich vermieden worden sind“ (S. 67), ist eine Behauptung, welche in striktem Widerspruch zu allen über diese Objektive angestellten Untersuchungen — wir nennen nur diejenigen von Stampfer, Seidel, Steinheil, Krüss, Moser — steht.

Nicht die Schwierigkeit der Zentrirung (S. 68) verhindert, oder vielmehr erschwert die Anwendung von mehr als zwei Linsen für grosse Fernrohrobjektive, sondern die vermehrte Gefahr der Verspannung in der Fassung und die um die Hälfte grösseren Herstellungsmühen und dementsprechend -Kosten.

Referent kann durchaus nicht zugeben, dass die Bedingung korrekter Zeichnung das Vorhandensein eines Punktes ist, „in welchem für jeden Bildpunkt ein Strahl (der Hauptstrahl) sich mit den entsprechenden Strahlen für alle anderen Bildpunkte schneidet“. (S. 70.) Im Gegentheil ist es sogar unmöglich, dass in einem System grösserer Oeffnung die sphärische Aberration zugleich für den Bildpunkt und — hierauf kommt der Verfasser hinaus — für den Blendenmittelpunkt streng aufgehoben sei. Der Ort des Zentrums der Perspektive kann sehr wohl Funktion des Bildwinkels sein und er ist dies thatsächlich in den meisten Konstruktionen, ausser der einfachen Linse mit davor oder dahinter gesetzter Blende.

In der Mitte zwischen den Brennlinien ergiebt die Einstellung nach allgemeiner Auffassung (Sturm, Helmholtz u. A.) und erfahrungsgemäss nicht ein gleichseitiges Kreuz (S. 78), sondern einen Kreis.

Durch Abblendung wird Koma nur insoweit vernichtet, als ihr Träger, das Büschel selbst es wird (S. 82); aber die Abblendung übt doch keinen spezifischen Effekt hierauf wie auf die Bildkrümmung und Verzeichnung?

Trotz jener Versehen und Flüchtigkeiten im Einzelnen bleibt der Eindruck vorherrschend, dass der Verfasser seinen Stoff gründlich beherrscht — ein Lob, das man leider keineswegs allen Darstellungen dieser Art zollen kann, — und dass er von seiner sonst so bewährten Kunst der Darstellung auch im vorliegenden Werke vielfach den besten Gebrauch macht. Eine nochmalige Ueberarbeitung, zu der wir dem Verfasser baldige Gelegenheit wünschen, wird das Werk zweifellos von seinen Mängeln befreien und es auf den Platz stellen, auf den es Referent von vornherein zu finden erwartet hatte.

S. Czapski-Jena.

Chemiker-Kalender für 1894. Von Dr. Rud. Biedermann. XV. Jahrgang. Berlin. Julius Springer. Mit einer (Tabellen enthaltenden) Beilage M. 3,00 bezw. 3,50.

Der Chemiker-Kalender mit seinen reichhaltigen Beigaben von Tabellen chemischer und physikalischer Grössen ist erschienen und weist wiederum mehrfache Erweiterungen und Verbesserungen auf, von denen besonders die Beziehung aller Atomgewichte auf $O = 16$ hervorgehoben sei. Seine Brauchbarkeit beim Arbeiten im Laboratorium ist bekannt und wird dem praktischen Hilfsbuch auch in Zukunft neue Freunde erwerben.

Fm.

L. Mach. Notiz über ein Röhrenniveau von variabler Empfindlichkeit. Aus den Sitzungsberichten der Wiener Akademie. Wien. F. Tempsky. M. 0,20.

O. Hoppe. Die Ventilpumpen oder die Lehre von der Bewegung selbthätiger Ventile. Freiberg. Craz & Gerlach. M. 1,00.

Fr. Lorber. Das Nivelliren. Zugleich 9. Auflage der theoretischen und praktischen Anleituug zum Nivelliren von Prof. S. Stampfer. Wien. C. Gerold & Sohn. M. 15,00.

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Durch das am 4. November d. J. erfolgte Ableben Dr. Adolph Steinheil's, Mitinhabers der Firma C. A. Steinheil Söhne in München, haben Wissenschaft und technische Kunst einen herben Verlust erlitten. Mit seinem Vater, dem bekannten Physiker C. A. von Steinheil, begründete der Verstorbene, auf Veranlassung des kunstsinnigen und um die Wissenschaft verdienten Königs Maximilian II. von Bayern im Jahre 1855 die berühmte Optiker-Firma. Im Jahre 1865 trat der Vater vom Geschäft zurück, und Adolph Steinheil nahm seinen Bruder Eduard in die Firma auf, welche von jetzt ab C. A. Steinheil Söhne lautete. Nach dem im Jahre 1878 erfolgten Tode seines Bruders führte A. Steinheil das Geschäft allein weiter, bis er im Jahre 1889 seinen Sohn Dr. R. Steinheil als Theilhaber in das Geschäft aufnahm. In der langen Reihe von Jahren, in welchen der Verblichene seinem Geschäfte vorstand, sind zahlreiche neue Instrumente und Apparate, hauptsächlich auf optischem, spektralanalytischem, photographischem und astronomischem Gebiete aus der Steinheil'schen Werkstatt hervorgegangen. A. Steinheil's Erfahrungen und Verdienste erfreuten sich in wissenschaftlichen Kreisen grossen Ansehens, die in seiner im Jahre 1888 erfolgten Ernennung zum ausserordentlichen Mitgliede der mathematisch-physikalischen Klasse der Münchener Akademie der Wissenschaften ihre äussere Anerkennung erhielt. Als Mitglied der internationalen Kommission für die photographische Himmelsaufnahme trat er energisch für die Bedingungen ein, welche nach seiner Meinung die für den erwähnten Zweck benutzten Objektive erfüllen mussten, und hatte die Genugthuung, dass eine Reihe von Sternwarten seine Objektive für photographische Himmelsaufnahmen in Verwendung nahmen. Im Kuratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, welchem er als Mitglied angehörte, unterstützte er kräftig die Bestrebungen der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik und bekundete stets ein warmes Herz für die Interessen der Präzisionstechnik. Der verdiente Mann hat sich ein dankbares Andenken unter seinen Fachgenossen gesichert. Möge ihm die Erde leicht sein.

Patentschau.

Verfahren zur Messung von Lichtstärken unter Verwendung einer lichtelektrischen Vakuumzelle. Von J. Elster & H. Geitel in Wolfenbüttel. Vom 5. August 1892. No. 66969. Kl. 42.

Ausgehend von den Untersuchungen der Erfinder über die Einwirkung aller Lichtarten auf den lichtelektrischen Vorgang in luftverdünnten und mit elektropositiven Metallen beschickten Zellen, welche in *Wiedemann's Annalen*, ***43.*** *S. 227* (*1891*) und ***46.*** *S. 288* (*1892*) genau beschrieben

sind, ist das vorliegende Verfahren darauf gegründet, dass eine lichtelektrische Zelle, vorzugsweise eine Kaliumzelle, mit Messapparaten für die Stromspannung in Verbindung stehend, den Einwirkungen verschieden starken Lichtes ausgesetzt wird und der Spannungsverlust gemessen wird, den die einzelnen Lichtquellen in einem Stromkreis veranlassen, zwischen dessen Aesten die Zelle eingeschaltet ist.

Nebenstehende Figur zeigt schematisch die Versuchsanordnung zur Ermittlung der Lichtstärke der Quelle L gegenüber derjenigen der Normalkerze E.

Nachdem die Vakuumzelle Z um ihre vertikale Axe gedreht worden ist, wird ihre Spannung durch das Licht der Normalkerze E beeinflusst und am Elektroskop M abgelesen.

Hierauf dreht man die Zelle in die geeignete Stellung zurück, sodass sie der Lichteinwirkung von L ausgesetzt ist, und verschiebt sie auf dem Maassstab K so lange, bis die vorher am Elektroskop beobachtete Spannung wieder eingetreten ist. Die Theilung des Maassstabes lässt dann die gesuchte Lichtstärke sofort ablesen.

Milchprüfer. Von A. N. Nahm in Königsberg. Vom 1. Juni 1892. No. 66955. Kl. 42.

Die zu untersuchende Milch wird mit einem Gemisch von alkoholischer Kalilauge und Amylalkohol im Gefäss A versetzt. Letzteres ist mit einem elastischen Boden B (aus Gummi oder dgl.) versehen und endet oben in eine empirisch graduirte Messröhre C, die durch Gummischlauch mit Quetschhahn verschlossen werden kann. Erhitzt man nun die Flasche A mit Inhalt im Wasserbade D, so geht das Fett in Lösung, die obenauf schwimmt. Durch Saugen am Gummischlauch bringt man hierauf die Lösung in das graduirte Rohr, sodass deren Menge und somit der Fettgehalt direkt abgelesen werden kann. Da Boden B aus elastischem Material angefertigt ist, so dehnt er sich beim Erhitzen der Flüssigkeit nach aussen hin aus, während er andererseits beim Emporsaugen der Flüssigkeit nach innen zu nachgiebt.

Drehbank mit zylindrisch gekrümmter Bettfläche. Von G. W. Brown in London. Vom 14. Februar 1892. No. 67338. Kl. 49.

Diese Drehbank ist dadurch gekennzeichnet, dass ihre Bettfläche zur Führung der beweglichen Theile derselben, nach einem Kreiszylinder gekrümmt ist. Die Spitzenaxe der Drehbank bildet gleichzeitig die Axe der zylindrischen Fläche.

Vorrichtung zum Schliessen und plötzlichen Unterbrechen elektrischer Leitungen. Von W. H. Dingle in London. Vom 1. März 1892. No. 66926. Kl. 21.

Der Stromschluss erfolgt durch Berührung der Theile D und B beim Niederdrücken der Stange d entgegen der Wirkung der Federn E. In der Stromschlussstellung wird die Stange d auf folgende Weise festgehalten. Ein an d befindliches Seitenstück e gleitet in zwei aufeinander fallenden Schlitzen zweier Röhren F und G, deren erstere fest angeordnet ist, während die zweite sich drehen kann und unter der Wirkung der gespannten Feder J steht. Dem Zuge dieser Feder folgend dreht sich die Röhre G, sobald das Seitenstück e beim Niederdrücken von d den Schlitz verlassen hat. Dadurch wird der Rückgang für e verschlossen, da die Schlitze von F und G nicht mehr aufeinander fallen.

Um den Stromkreis zu unterbrechen, ist es nur nothwendig, das Röhrchen G vermittels der Handscheibe H soweit herumzudrehen, dass sein Schlitz wieder mit demjenigen von F zusammenfällt, worauf unter der Wirkung der Federn E sofort das Stromschlussstück D in die Höhe geschnellt wird.

Die Federn E und J können leicht durch eine einzige entsprechend angeordnete Feder ersetzt werden.

Für die Werkstatt.

Dreh- und Hobelstahl. *Bayr. Industrie- u. Gewerbeblatt. 25. S. 69. (1893) aus „Industries“.*

An der angegebenen Stelle wird ein angeblich neuer Dreh- und Hobelstahl beschrieben, der in der beistehenden Figur dargestellt ist. Er besteht aus einem vierkantigen Halter A, der an der rechten Seite der Figur in eine Gabel ausläuft, die etwas höher ist als der übrige Schaft und kreisförmig abgerundet ist. In dieser Gabel ist eine gehärtete Stahlscheibe D mittels des Bolzens E befestigt; sie ist bei d mit einem Ausschliff versehen, wodurch an dieser Stelle eine Schneidekante entstanden ist. Die Scheibe hat zur Befestigung in der Gabel drei Löcher, worüber noch gesprochen werden soll. Der Halter A ist seiner ganzen Länge nach durchbohrt und nimmt einen Bolzen B auf, welcher von der Schraube C gegen die Scheibe D bewegt werden kann. Dieser Bolzen hat den Zweck, als Gegenlager für die Scheibe zu dienen und ihre Schneidekante auf Spitzenhöhe einzustellen, sobald sie abgenutzt und durch Schleifen in ihrer Lage verändert ist. Nach weit vorgeschrittener Abnutzung wird der Bolzen E in eins der unteren Löcher der Scheibe D gesteckt und so die Kante d beträchtlich gehoben.

Das Prinzip dieses Werkzeughalters, der eine möglichst weitgehende Nachschleifbarkeit des Stichels zum Zweck haben soll, ist durchaus nicht neu, vielmehr wurde bereits in *dieser Zeitschrift 1891 S. 76* ein gleichartiges Werkzeug beschrieben, welches dem vorliegenden Halter gegenüber grosse Vorzüge hat. Als besonderer Nachtheil erscheint dem Referenten die mangelhafte Festlagerung der Stichelscheibe, die um E drehbar lose gegen das Ende von B anliegt; dadurch ist eine Unsicherheit beim Arbeiten eingeführt, die unter allen Umständen schlechte Erfolge liefern muss. *K. F.*

Tuschnapf von G. Wagner. *Bayer. Industrie-Gewerbeblatt 25. S. 274. (1893).*

Zur Anschaffung für das Zeichenbureau empfehlen sich die von G. Wagner eingeführten Tuschnäpfe, welche beistehende Figur im Schnitt zeigen. Sie sind geeignet, die unangenehme schnelle Verdunstung der Tuschflüssigkeit zu vermeiden und verlangen wegen ihrer Form nur sehr geringe Mengen von Tusche zum Einreiben. Die einzelnen Schalen sind entweder flach oder zweckmässiger mit kuppelförmigen Vertiefungen im Boden versehen, in denen die Tusche aufbewahrt wird und bis zum letzten Tropfen bequem herausgenommen werden kann. Die unteren Ränder sind mit einer bezw. zwei Rinnen versehen, die auf die ebenso geformten oberen Ansätze der unteren Näpfe passen; bringt man in diese Rinnen noch wenige Tropfen Wasser, so ist das Innere luftdicht abgeschlossen. *K. F.*

Drahtklemme. *Bayer. Industrie-Gewerbeblatt 25. S. 43. (1893).*

Für die Anbringung elektrischer Leitungen fertigt die Firma Pass & Seymur in Syrakus, N.-Y., V. St. A., eine Klemmvorrichtung aus Porzellan an, welche die Befestigung von Drähten verschiedener Durchmesser gestattet.

Die Klemme besteht aus einem Winkel w, dessen linker Schenkel keilförmig gestaltet ist; in die Oeffnung des Winkels legt sich ein ebenfalls keilförmiger Ueberwurf f; der Winkel w hat ein die Unterfläche rechtwinklig durchsetzendes Loch und der Ueberwurf f einen Schlitz, welcher rechtwinklig zur Richtung des einzuklemmenden Drahtes steht. Durch Schlitz und Loch hindurch reicht eine gewöhnliche Holzschraube, welche beim Anziehen mit dem Ueberwurf f den in die scharfe Ecke eingelegten Draht d sowohl klemmt, als auch die Klemme an der gewünschten Stelle befestigt. *K. F.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Namen- und Sach-Register.

Abbe, Prof. Dr. E., Theorie der opt. Instr. nach A., Czapski 209. — D. Abbe-Fizeau'sche Dilatometer, Pulfrich 365. 401. 437.
Adressbuch für die deutsche Mechanik u. Optik 287.
Agamemnone, G., Seismo-Autograph m. veränderlicher Zylindergeschwindigkeit 69.
Aktinometrie: Strahlung d. atmosphär. Luft, Hutchins 24. — Bolometr. Untersuchung über d. Stärke d. Strahlung verdünnter Gase, Angström 391. — Ueber den bei aktinometr. Beobachtungen erreichbaren Genauigkeitsgrad, Savélief 470.
Akustik und akustische Apparate: Gezwungene Schwingungen gespannter Drähte, Oosting 207. — Verfahren zum Glätten der Aufnahmeschicht von Phonogrammwalzen, Steiner 361. — Phonograph, Rosenthal 433.
Aluminium: Einwirkung lufthaltigen Wassers auf Aluminium, Mylius, Rose 77. — Aluminiumloth, Sauer 174. — Laboratoriumsapp. aus A., Bornemann, 252. — Verfahren z. Herstellung v. Aluminiumloth, Lançon 435.
Ambronn, Dr. L., Methoden der Distanzmessung zweier Sterne m. d. Heliometer 17. — Astronom. Instrumentenkunde 34.
Andres, A., Schraubenschlüssel 173.
Aneroide s. Meteorologie.
Angström, K., Bolometr. Untersuchungen über die Stärke der Strahlung verdünnter Gase 391.
Aräometrie: Hydrostat. Waagen u. einige Hilfsmittel z. Bestimm. d. spezif. Gewichts v. Flüssigkeiten, Sartorius 388. — Bekanntmachung über die Aichung chem. Messgeräthe, Normal-Aichungskommission 423. — Milchprüfer, Nahm 475.
Arbeitsmesser: A., Grabe 327.
Aron, Prof. Dr. H., Elektrizitätszähler 398. 434.
Arp, E., Geschwindigkeitsmesser 360.
Asmussen, G., Stromanschlusswerk für elektr. Wasserstandsanzeiger 36.
Astfalck, A., Augenblicksschaltvorricht. f. elektr. Beleuchtungsanlagen 288.
Astronomie: Methode d. Distanzmessung zweier Sterne mit dem Heliometer, Ambronn 17. — Astronom. Instrumentenkunde, Ambronn 34. — Elektrische Beleuchtung astronom. Instrum., Marcuse 101. — Photochronograph und seine Anwendung zur Polhöhenbestimmung, Fargis, Hagen, Knopf 150. — Astron.-Photogr. Aufnahmen m. den im Handel vorkommenden Linsen, Harkness 168. — Universalstativ f. astron. Fernrohre, Fritsch 273. — Instr. f. astron. Ortsbestimmung auf Reisen, Wild 354.
Ausdehnung u. Ausdehnungskoeffizienten s. Maassstäbe u. Wärme.
Ausstellungen: Betheiligung der Physik.-Techn. Reichsanstalt an der Weltausstellung in Chicago 157. — Amtlicher Katalog der Ausstell. des Deutschen Reiches auf d. Weltausstellung in Chicago 254. —
Ayrton, Prof. W. E., Elektrostat. Spannungsmesser 282. — Konstruktion induktionsfreier Widerstände 468.

Baier, X., Stangenzirkel 289.
Banowitz, C., Schraubensicherung m. klemmendem Schraubenmutteransatz 107.
Banyard, M., Schraubenschlüssel 108.
Barczewski, H., Vorrichtung zur Feststellung d. spezif. Gewichts von Körnerfrüchten 214.
Barometer s. Meteorologie.
Barus, K., Messung hoher Temperaturen 103
Bechler, C. E., Solarometer 392.
Behmer, R., Formenschmiege 326.
Beraud, E., Kolben-Flüssigkeits- und Gasmesser 74.
Bergmann, S., Herstell. v. isolirenden Rohren mit Metallhülse 215.
Berthelot, Abbildungen alter chem. App. 165.
Biedermann, Dr. R., Chemiker-Kalender f. 1894, 474.
Blein, T., Kolben-Flüssigkeits- u. Gasmesser 74.
Bock, O., Neues Thermometer m. eingeschmolzener Glasskale 95.
Boekhout, A. W. J., Apparat zur Reduktion des Barometerstandes auf 760 *mm*, 321.
Bohren u. Bohrer s. Werkstatt.
Bollert, A., Mattschwarze Beize 40.
Bornemann, G., Laboratoriumsapparate aus Aluminium 252.
Brown, G. W., Drehbank mit zylindr. gekrümmter Bettfläche 475.
Brüggemann, Ing. C., Beschreibung e. neuen handlichen Form eines Wasserstoffvoltameters 417.
Butenschön, G., Taschennivellirinstrum. 350.

Campbell, J. B., Vorricht. zum Messen v. Winkeln u. Entfernungen 36.
Carpenter, Neue Form techn. Widerstände 171.
Chauvin, Anwendung d. Photographie b. d. Halbschattenpolarimeter 104.
Chemie: App. z. gleichförm. Vermischen grösserer Mengen pulverförm. Körper, Mann 26. — Neuer App. z. Messen d. isentrop. u. isotherm. Zusammendrückbarkeit v. festen u. flüssigen Körpern, Guglielmo 28. — Zentrifugal-Emulsor, Ekenberg 29. — Neue Glasgefässe f. d. chem. Gebrauch, Leybold's Nachf. 31. — Benzinfeuerung für Verbrennungsöfen, Röhrenöfen, Muffelöfen u. dgl., Muencke 31. — Schwefelwasserstoffapp. m. mehreren Hähnen, Löndahl 31. — App. z. Auswaschen v. Niederschlägen, Forbes 32. — Neuer Verbrennungsofen, Fuchs 33. — Pipette z.

Abmessen giftiger Flüssigkeiten, Reid 67. — Einige zweckmässige Formen von Laboratoriumsapp., Gooch 68. — Ueber d. Umsatz v. Wasserstoff m. Chlor- u. Sauerstoff, Harker 69. — Verbess. a. Gasvolumeter, Lunge 98. — Pipette u. Bürette f. volumetr. Bestimm. in Fabriken, Le Roy 101. — Neuer Sicherheitsbrenner, Porges, Warmbrunn, Quilitz & Co. 104. — Neuer Titrirapp. m. automat. Einstell. des Nullpunktes, Krawczynski 105. — Abbild. alter chem. App., Berthelot 165. — Neuer Trockenschrank, Kaehler 170. — Z. quantitativen Bestimm. d. Antimons u. über d. Gooch' schen Tiegel, Paul 170. — Laboratoriumsapp. z. Ausführung v. Destillationen m. überhitzten Wasserdämpfen, Jaffé 207. — Ueber e. kontinuirlich wirkenden Gasentwicklungsapp., Kaleczinski 252. — Einige Laboratoriumsapp. aus Aluminium, Bornemann 252. — Heber, Ebert 253. — Bestimm. v. Harnstoff, Colquhoun 283. — Kontinuirlich wirkender Saug- u. Druckapp., Reatz 323. — Anleitung z. Experimentiren b. Vorlesungen über anorgan. Chemie, Heumann 323. — Neuer Extraktionsapp., Wiley 358. — Metallener Destillationskühler, Donath 358. — App. z. Trocknen b. beliebiger konstant. Temperatur i. luftverdünnten Raume oder bei gewöhnlichem Luftdruck, Lonnes 392. — Beschreib. e. neuen genauen u. leicht zu konstruirenden Sphärometers, Guglielmo 393. — Bekanntmachung, betr. die Aichung chem. Messgeräthe, Normal-Aichungskommission 423. — Volumenometer f. d. Ermittlung d. Volumens grösserer Proben, Tacke 429. — Ueber d. Beurtheilung d. Glasgefässe zu chemischem Gebrauch, Foerster 457. — Neuer Hahn f. Vakuumexsiccatoren, Ernst 471. — Chemiker-Kalender f. 1894, Biedermann 474.

Chronometrie: Neuere Chronometeruntersuchungen, Gelcich 343.

Clamond, Neues Mikrophon 280.

Clément & Gilmer, App. z. Entwickeln u. Fixiren photogr. Platten 172.

Cleveland, W. B., Ausschalter f. elektr. Starkströme 37.

Clowes, F., App. z. Prüfung der Empfindlichkeit von Sicherheitslampen 167.

Collet & Engelhardt, Kopirvorricht. 396.

Colquhoun, Bestimm. v. Harnstoff 283.

Common, A. A., Versilberung v. Glasspiegeln 165.

Czapski, Dr. S., E. neues Krystallgoniometer 1. — Theorie d. opt. Instrumente nach Abbe 209. — Ueber Goniometer m. zwei Kreisen 242. — Hornhautmikroskop 250.

Dampffeuchtigkeitsmesser, Dunker 109.

Dehmel, Mech., Hilfseinricht. f. d. Werkstatt 291.

Demonstrationsapparate: App. z. Nachweise d. Keilwirkung, Hartl 29. — Appar. für Wechsel- und Drehströme, Weiler 32. — Fallmaschine, Reichel 64. — Einfaches Hydrodensimeter, Handl 66. — Rechen- u. Leselehrmittel, Schringhaus 73. — Apparat zur Demonstr. der Wheatstone'schen Brückenanordnung, Oberbeck 165. — Turbine und Drehwaage z. Vorlesungsversuchen, Gieseler 169. — Thermobatterie, Noack 207. — Demonstrationsapp. für Drehfeldversuche, Weinhold 208. — App. z. Erläut. d. Wheatstoneschen Brücke, Noack 277. — Verbesserter Diffusionsapp., Dvořak 469.

Dichtigkeit: Dichtigkeitsmesser f. Flüssigkeiten, Vollquartz 37. 361. — Hydrodensimeter, Handl 66.

Dietrich, O., Vereinigte Hobel-, Stoss- und Bohrmaschine 326.

Dilatometer s. Optik u. Wärme.

Dingle, W. H., Vorricht. zum Schliessen u. plötzlichen Unterbrechen elektr. Leitungen 475.

Donath, E., Metallener Destillationskühler 358.

Donle, Dr. W., Einige bemerkenswerthe Eigenschaften v. Schwefelsäurethermometern 238.

Dorn, Prof. Dr. E., Vorschläge z. gesetzl. Bestimmung über elektr. Maasseinheiten, Beiheft z. Febr.-Heft.

Draganoff, B., Reissfeder mit Feinstellung 361.

Drinkwater, E., Federnder Kegelring als Sicherung f. Maschinentheile 326.

Dröll, Fr., Gelenkanordnung b. Werkzeugen, Instrum. u. künstl. Gliedmaassen 38.

Ducretet, E., Ueber elektr. Oefen 322.

Dunker, H., Dampffeuchtigkeitsmesser 109.

Dvořák, Prof. V., Verbesserter Diffusionsapp. 469.

Dyck, Prof. Dr. W., Katalog d. Ausstell. d. Deutschen Mathematiker-Vereinigung 105.

Ebert, R., Heber 253.

Eckhardt, E., Vorricht. z. Dreitheilung v. Winkeln 398.

Egge, Fr., Vorricht. z. Prüfung v. Geschwindigkeiten 325.

Eichler, A., Selbstwirkender Ausschalter 172.

Eisenführ, W., Werkstattsmesswerkzeuge mit Feineinstellung 111. — Doppelrändchen 176. — Neuer Schraubenzieher 216. — Einige neuere Zangen 435.

Ekenberg, M., Zentrifugal-Emulsor 29.

Elbs, Dr. K., Die Akkumulatoren 359.

Elektrizität: I. Allgemeines: App. f. Wechsel- u. Drehströme, Weiler 32. — Vorschläge z. gesetzlichen Bestimmungen über elektr. Maasseinheiten, Dorn, Beiheft z. Februar-Heft. — App. z. Demonstr. d. Wheatstone'schen Brückenanordnung, Oberbeck 165. — App. z. Erläuterung d. Wheatstone'schen Brücke, Noack 277. — Neue Form e. elektr. Luftkondensators, Lord Kelvin 283. — Polklemme m. Keilbefestigung, Orlowsky 290. — *Sur la variation thermique de la résistance électrique du mercure*, Guillaume 319. 321. — Temperaturkoeffizient d. elektr. Widerstandes v. Quecksilber u. d. elektr. Widerstände d. Reichsanstalt, Kreichgauer, Jaeger 320. — Beziehung d. elektromotor. Kraft z. Druck, Gore 390. — Bolometr. Untersuchungen über d. Stärke d. Strahlung verdünnter Gase unter d. Eindrucke d. elektr. Entladung, Angström 391. — Konstruktion induktionsfreier Widerstände, Ayrton, Mather 468. — Vorricht. z. Schliessen u. plötzl. Unterbrechen elektrischer Leitungen, Dingle 475. — II. Elemente: Vorschriften z. Herstellung von Clark'schen Normalelementen, Kahle, Reichsanstalt 191. — Beiträge z. Kenntniss d. elektromotor. Kraft d. Clark'schen Normalelements, Kahle, Reichsanstalt 293. — Trockenelementverschluss, Strack 432. — III. Batterien: Galv. Batterie m. gleichmässiger Zuführung neuer Flüssigkeiten, Pollack 110. — Thermobatterie, Noack 207. — IV. Messinstrumente: Astat. Thomson'sches Spiegelgalvanometer, Paschen 13. — App. z. Aichung der Torsionsgalvanometer, Siemens & Halske 98. — Elektrizitätszähler für Gleich- u. Wechselströme 171. — Elektrizitätszähler, Rotten 172. — Elektrizitätszähler m. einstellbarem biegsamen Ausschlag f. d. Schalthebel, Illig 174. — Neue Art magn. u. elektr. Messinstrumente, Quincke 277. — Elektrostat. Spannungsmesser, Ayrton, Mather 282. — Elektrizitätszähler, Aron 398. 434. — Beschreibung einer neuen handlichen Form e. Wasserstoffvoltameters, Brüggemann 417. — V. Mikrophone: M., Meyer 107. — Neues M., Müller 109. —

Regelungsvorricht. f. Kohlenwalzen-M., Mix & Genest 172. — Neues M., Clamond 280. — M., Gröper 434. — VI. Telephone: Empfänger f. Fernsprechanlagen, Wiegand 38. — Fernsprechkabel m. bandförmigen Leitern, Felten & Guilleaume 290. — Relais f. Fernsprechzwecke, Wiegand 434. — VII. Beleuchtung: Elektr. Beleuchtung astron. Instr., Marcuse 101. — Verfahren z. Verbindung d. Einführungsdrahtes v. Glühlampen m. d. Birne, Scharf, Latzkow 110. — Bogenlampe m. beweglichen Führungsrohren f. d. Kohlenhalter, Naeck, Holsten 110. — Elektr. Bogenlampe m. von Hand regelbarer Lichtbogenlänge, Tolzmann 174. — Bogenlampe m. durch Klemmvorrichtung beeinflusster Bewegung d. Kohlenhalter, Gwynne 174. — Augenblicksschaltvorrichtung f. elektr. Beleuchtungsanlagen, Astfalck 288. — Sicherheitsvorricht. f. Glühlampen, Fuss 289. — Verfahren z. Verbindung d. Kohlenbügel v. Glühlampen m. d. Zuleitungsdrähten, v. Mito 397. — VIII. Anwendungen der Elektrizität in Wissenschaft und Technik: Stromanschlusswerk f. elektr. Wasserstandsanzeiger, Asmussen 36. — Ausschalter f. elektr. Starkströme, Cleveland 37. — Druckknopfumschalter, Jahnel 72. — Morse-Empfänger f. Arbeits- u. Ruhestrombetrieb, Hasted 72. — Elektromagnet. Bewegungsvorricht. m. schwingendem Anker, Schöller, Jahr 108. — Elektr. Stromschlussvorricht. f. Gasrohrkugellager, Schulze 109. — Verschlussvorrichtung an Blitzableiter-Isolatoren, Siemens & Halske 110. — Elektr. Ofen, Moissan 167. — Neue Form techn. Widerstände, Carpenter 171. — Selbstwirkender Ausschalter, Eichler 172. — Verfahren z. Herstell. elektr. Leitungskabel m. Lufträumen, Felten & Guilleaume 214. — Drucktaste m. gleitend an einander reibenden Stromschlusstheilen, Siemens & Halske 289. — Selbthät. Ausschalter f. elektr. Leitungen, Johnston 290. — Elektr. Oefen, Moissan, Violle, Ducretet, Lejeune 322. — Selbthät. Ausschalter, Hartmann & Braun 432. — Elektr. Luftraumkabel mit verdrehten kantigen Leitern, Felten & Guilleaume 433. — Elektr. Registrirvorricht., Jäger 435. — Verfahren z. Messung v. Lichtstärken unter Verwendung e. lichtelektr. Vakuumzelle, Elster, Geitel 474. — IX. Literatur: Einricht. elektr. Beleuchtungsanlagen, Heim 33. — D. Akkumulatoren für Elektrizität, Hoppe 253. — Die Akkumulatoren, Elbs 359.

Elster, J., Verfahren z. Mess. v. Lichtstärken 474.

Entfernungsmesser: Vorricht. z. Mess. v. Entfernungen, Campbell 36. — E., Ungerer 255. — Doppelbild-E. f. mehrere Beobachtungshöhen, Gutjahr 325.

Eppers, H., Einstellvorricht. f. e. *Camera lucida* 326. — Gestell f. e. *Camera lucida* 397.

Erdmagnetismus s. Magnetismus.

Ernst, O., Neuer Hahn f. Vakuumexsiccatoren 471.

Eschenhagen, Dr. M., Bemerkungen z. Aufzeichnung d. Variationen d. Erdmagnetismus 204.

Ewing, Prof. J. A., App. zum Zeichnen v. Magnetisirungskurven 26.

Faber, J., Verstellbarer Schraubenschlüssel 289.

Fabre, Ch., Anwend. d. Photographie b. d. Halbschattenpolarimeter 104.

Farben s. Optik.

Fargis, Prof., Photochronograph in seiner Anwendung z. Polhöhenbestimm. 150.

Feilen s. Werkstatt.

Felten & Guilleaume, Verf. z. Herstell. elektr. Leitungskabel m. Lufträumen 214. — Fernsprechkabel m. bandförmigen Leitern 290. — Elektr. Luftraumkabel m. verdrehten kantigen Leitern 433.

Fiedler, R., Opernglashalter 326.

Fiège, R., Bohrmaschine z. selbthätigen Bohren v. Löchern v. bestimmter Tiefe 325.

Flüssigkeiten, Untersuchungen von: Dichtigkeitsmesser f. Flüssigkeiten, Vollquartz 37. 361. — Maassstab z. Ermittlung d. Höhe v. Flüssigkeiten m. beweglichen Oberflächen, Weymar 73. — Kolben-Flüssigkeitsmesser, Blein, Beraud 74. — Flüssigkeitsmesser m. schwingendem Messzylinder 74. — Schwimmermessvorricht. f. Flüssigkeiten, Spiro & Söhne 109. — Vorr. z. selbth. Abgabe bestimmter Flüssigkeitsmengen, Meister 255 — App. z. Anzeigen d. Siedens erhitzter Flüssigkeiten, v. Szabel 289. — Hilfsmittel z. Bestimm. d. spezif. Gewichts von Flüssigkeiten, Sartorius 388.

Foerster, Dr. F., Ueber die Beurtheilung der Glasgefässe zu chemischem Gebrauche 457.

Forbes, M., App. z. Auswaschen v. Niederschlägen 32.

Fräsen s. Werkstatt.

Franke, C., Rohrabschneider m. unter Federdruck stehendem Rohrhalter 326.

Frantz, G., Photograph. Expositionsmesser 173.

Friedrich, K., Abrichträdchen f. Schmirgelscheiben u. Schleifsteine 75. — Werkstattsmesswerkzeuge m. Feineinstellung 111. — Rohrschneidewerkzeug, Rohrwalze, Bohrknarre 175. — Doppelrändchen 176. — Neuer Schraubenzieher 216. — Vorricht., um Axen anzukernen; Mittensucher; Halbirungslineal 291. — Hamann's Ellipsenzirkel 315. — Kreistheiler u. Reichel 364. — Zentrirkopf u. Seidel f. grössere Linsen 399. — Einige neuere Zangen 435.

Fritsch, H., Vorricht. z. selbthät. Feststellen d. Glieder von Gelenkmaassstäben 172.

Fritsch, K., Neues Universalstativ f. astron. Fernrohre 273.

Fuchs, F., Neuer Verbrennungsofen 33.

Fuess, R., Gedächtnissrede auf Dr. L. Loewenherz 177.

Fuss, M., Sicherheitsvorricht. f. Glühlampen 289.

Galvanometer s. Elektrizität.

Gase: App. zur Bestimm. d. spezif. Gewichts von G., Precht 36. — Kolben-Gasmesser, Blein, Beraud 74. — Verbess. am Gasvolumeter, Lunge 98. — Kontinuirl. wirk. Gasentwicklungsapp., v. Kalecsinsky 252.

Geitel, H., Verfahren z. Mess. v. Lichtstärken 474.

Gelcich, Prof. E., Ueber neue Chronometeruntersuchungen 343. — Erfahrungen über einige naut. Instr. 419.

Geodäsie: Basismessungen: Vorläufiger Bericht über den d. *U. S. Coast and Geodetic Survey* gehörigen Basisapparat mit Eispackung, Woodward 466. — Winkelmessinstrumente u. App. f. Topographie: Vorricht. z. Messen v. Winkeln u. Entfernungen, Campbell 36. — Bestimmung d. Fehler d. Spiegelsextanten u. seine Erweiterung z. Messen aller Winkel, Kayser 66. — Einf. Messapp. f. Horizontal- und Vertikalmess., Trümbach 72. — Instr. z. direkten selbth. Aufnahme der Zeichnung eines Geländes, Schrader 213. — Beschreib. e. App. z. Bestimm. d. Exzentrizitätsfehler d. Sextanten, Koldewey 278. — D. neue Geyer'sche Messtischapp., Schmidt 335. — Höhenmessinstrumente und ihre Hilfsapparate: Taschennivellirinstrum., Butenschön 350. — Tachymetrie: Tachymeterschieber in Scheibenform, Miller, Hammer 96. — Tichy's logarithm. Tachymeter, Ott 144. — Theorie u. Beschreib. d. Reduktionstachymeters, Roncagli, Urbani 381. — Hilfs- u.

Nebenapparate: Neues Universalstativ f. astron. Fernrohre, Fritsch 273. — Literatur und Allgemeines: Abbild. geodät. Instrumente, Vogler 71. — Beschreib. e. Instrum. z. Beobacht. d. kleinen Schwankungen d. Intensität d. Schwerkraft, Bouquet de la Grye 281.

Gerland, Prof. Dr. E., Zur Geschichte d. Thermometers 340.

Geschichte: Zur Geschichte des Thermometers, Gerland 340.

Geschwindigkeitsmesser: Schreibstift und Zeigerführung für Geschwindigkeitsanzeiger m. Diskusgetriebe, Leemann-Weidmann 288. — Vorricht. z. Prüfung von Geschwindigkeiten, Egge 325. — Geschwindigkeitsmesser, Arp 360.

Gewinde s. Schrauben.

Gewindeschneidkluppen s. Werkstatt.

Geyer's neuer Messtischapparat, Schmidt 335.

Gieseler, Prof. Eb., Turbine u. Drehwaage z. Vorlesungsversuch. 169.

Glas: Neue Glasgefässe f. d. chem. Gebrauch, Leybold's Nachf. 31. — Löthrohrbeschläge auf Glas, Goldschmidt 431. — Ueber die Beurtheilung d. Glasgefässe zu chem. Gebrauche, Foerster 457.

Gold: Vergoldung v. Platinblech, Heraeus 72.

Goldschmidt, Prof. V., Löthrohrbeschläge auf Glas 431.

Gooch, F. A., Einige zweckmäss. Formen v. Laboratoriumsapp. 68.

Gooch'scher Tiegel, Paul 170.

Gore, G., Beziehung der elektromotor. Kraft z. Druck 390.

Gosselin, X., Pneumat. Zählwerk 290.

Grabe, F., Arbeitsmesser 327.

Grazier, W., Rohrzange m. einer drehbaren u. e. auswechselbaren Zange 72.

Gröper, A., Mikrophon 434.

Grosse, Dr. W., Länge d. Spektren u. Spektralbezirke 6.

Grye, Bouquet de la, Beschreib. e. Instruments z. Beobachtung d. kleinen Schwankungen d. Intensität d. Schwerkraft 281.

Guglielmo, Dr. G., Neuer App. z. Messen d. isentrop. u. isotherm. Zusammendrückbarkeit v. festen u. flüssigen Körpern 28. — Beschreibung einiger neuen Quecksilberluftpump. 99. — Beschreib. e. neuen genauen u. leicht zu konstruirenden Sphärometers 393.

Guillaume, Dr. Ch. Ed., Bestimm. d. Korrektion f. d. herausragenden Faden mittels e. Hilfsrohres 155. — *Sur la variation thermique de la résistance électrique du mercure* 319. 321.

Gundermann-Zons, Appar. z. gleichzeit. Anzeige d. ungleichen Ausdehnung verschiedener Metalle 214.

Gutjahr, Doppelbild-Enfernungsmesser f. mehrere Beobachtungshöhen 325.

Gwynne, A., Bogenlampe m. durch Klemmvorricht. beeinflusster Bewegung d. Kohlenhalter 174.

Hagen, Prof., S. J., Photochronograph i. seiner Anwendung zu Polhöhenbestimm. 150.

Hamann, Ch., E. neuer Ellipsenzirkel 315.

Hammer, Prof., Tachymeterschieber in Scheibenform 96.

Handl, A., Einfaches Hydrodensimeter 66.

Harbers, Chr., Objektivverschluss 395.

Harker, J. A., Umsatz v. Wasserstoff m. Chlor u. Sauerstoff 69.

Harkness, Prof. W., Astron.-Photogr. Aufnahmen m. im Handel vorkommenden Linsen 168.

Hartl, H., App. z. Nachweis. d. Keilwirkung 29.

Hartmann & Braun, Selbthät. Ausschalter 432.

Hasemann, H., E. neue Pendelaufhängung 314.

Hasted, C., Morse-Empfänger f. Arbeits- u. Ruhestrombetrieb 72.

Heber, Ebert 253.

Heberle, A., Decklogg 361.

Hefner-Lampe, Beglaubigung d., 257.

Heim, Dr. C., D. Einricht. elektr. Beleuchtungsanlagen f. Gleichstrombetrieb 33.

Heinrich, E., Löthlampe 38.

Heliometer s. Astronomische Instrumente.

Helmholtz'scher Farbenmischapp., Schmidt & Haensch 200.

Heraeus, W. C., Vergoldung v. Platinblech 72.

Hesckiel, Dr. A., Zündvorricht. f. Magnesiumblitzpulver 214.

Heumann, Dr. K., Anleit. z. Experimentiren b. Vorlesungen über anorgan. Chemie 323.

Hoffmann, W., Neue Panorama-Kamera 74.

Holder, B. O., Zeichenapp. 75.

Holsten, R., Bogenlampe m. beweglichen Führungsrohren f. d. Kohlenhalter 110.

Hoppe, E., D. Akkumulatoren f. Elektrizität 253.

Huber, J. L., Kontrolvorricht. an Rechenmaschinen 360.

Hüe, A. Th., Uhr m. Aneroidbarometer 36.

Hugershoff, F., Spiritusgebläselampe 107.

Hutchins, C. C., Strahlung der atmosphärischen Luft 24.

Hygrometer s. Meteorologie.

Jäger, Ch. L., Elektr. Registrirvorricht. 435.

Jaeger, Dr. W., Ueber d. Temperaturkoeffizienten d. elekr. Widerstandes v. Quecksilber u. d. Quecksilberwiderstände d. Reichsanstalt 320.

Jaffé, B., Laboratoriumsapp. z. Ausführung v. Destillationen m. überhitzten Wasserdämpfen 207.

Jahnel, H., Druckknopfumschalter 72.

Jahr, R., Elektromagn. Bewegungsvorricht. m. schwingendem Anker 108.

Jansen, W., Ausbalanziren von rotirenden Körpern 229.

Illig, H., Elektrizitätszähler mit verstellbarem biegsamen Anschlag f. d. Schalthebel 174.

Inwards, R., Instr. z. Zeichnen v. Parabeln 70.

Johnson, G. & W. Grazier, Rohrzange m. einer drehbaren u. einer auswechselbaren Backe 72.

Johnston, A., Selbth. Ausschalter f. elektr. Leitungen 290.

Jüch, O. jr., Kneifer m. Hebelvorricht. 109.

Jüngermann, E., Höhenmaass f. Uhrmacher 291.

Juergens, J., Verstellbarer Bohrknarrenbügel 362.

Jungmann, F., Rohrabschneider m. verstellbaren Stahlrollen 255.

Kachler, M., Neuer Trockenschrank 170.

Käppeli, J., Umdrehungszähler 362.

Kahlbaum, Prof. Dr. G. W. A., Quecksilberluftpumpe 73.

Kahle, Dr. K., Vorschriften zur Herstell. v. Clark'schen Normalelementen 191. — Beiträge zur Kenntniss d. elektromotor. Kraft d. Clark'schen Normalelementes 293.

Kaiser, P. J., Kompassrose mit bandartigen Ringmagneten 73.

Kaleczinszky, A. v., Kontinuirlich wirkender Gasentwicklungsapparat 252.

Kayser, E., Bestimm. d. Fehler d. Spiegelsextanten u. seine Erweiterung z. Messen aller Winkel 66.

Kelling, E., Neuer Rohr- u. Rundeisen-Abschneider 327.

Kelvin, Lord (Sir William Thomson), Neue Form e. elektr. Luftkondensators 283.

Kieper, H., Schraubenschneidkluppe 360.

Knoblauch, O., Absorptionsspektralanalyse sehr verdünnter Lösungen 168.

Knopf, Dr. O., Photochronograph in seiner Anwendung z. Polhöhenbestimm. 150.

König, Prof. Dr. A., D. Augenleuchten u. d. Erfindung d. Augenspiegels 359.

Koldewey, C., Beschreibung e. Apparats z. Bestimm. d. Exzentrizitätsfehler d. Sextanten 278.
Kompass: Neuer. a. Kompassen, Mc Gregor 68. — Kompassrose m. bandartigen Ringmagneten, Kaiser 73. — Elektr. Kompass m. Kursverzeichner, v. Peichl 360.
Koppe, M., E. einfache Form d. Luftthermometers 354.
Kossel, Prof. Dr. A., Selbthät. Blutgaspumpe 141.
Krawczynski, St., Neuer Titrirapparat m. automat. Einstellung d. Nullpunktes 105.
Kreichgauer, Dr. D., Ueber d. Temperaturkoeffizienten d. elektr. Widerstandes v. Quecksilber u. d. Quecksilberwiderstände d. Reichsanstalt 320.
Kreistheilungen: Versilberung f. Kreistheilungen, Reichsanstalt 40. — Kreistheiler, Wenham, Schroeder 363. — Kreistheiler, Reichel, Friedrich 364.
Krieger, E., Schmiervorricht. f. Gewindeschneidkluppen 71.
Krimm, O., Klemmerfassung 215.
Krügener, R., Photogr. Rollkassette 173.
Krystalloptik: E. neues Krystallgoniometer, Czapski 8. — Ueber Goniometer mit zwei Kreisen, Czapski 242.

Laake, A., Darmsaiten-Hygrometer 173.
Lampen: (Bogen- u. Glühlampen s. Elektrizität.) — Löthlampe, Heinrich 38. — Neuer Sicherheitsbrenner, Porges, Warmbrunn, Quilitz & Co. 104. — Spiritusgebläselampe, Hugershoff 107. — App. z. Prüfung d. Empfindlichkeit v. Sicherheitslampen, Clowes 167. — Beglaubig. d. Hefnerlampe 257. — Lampenglockenhalter, Zeisser 290.
Lançon, M. H., Verfahren z. Herstell. v. Aluminiumloth 435.
Latzkow, R., Verf. z. Verbindung d. Einführungsdrahtes v. Glühlampen m. d. Birne 110.
Leemann-Weidmann, J., Schreibstift- u. Zeigerführung f. Geschwindigkeitsanzeiger m. Diskusgetriebe 288.
Lejeune, L., Ueber elektr. Oefen 322.
Le Roy, G. A., Pipette u. Bürette f. volumetr. Bestimm. i. Fabriken 101.
Leybold, E., Nachf., Neue Glasgefässe f. d. chem. Gebrauch 31.
Liebing, E., Verstellbar. Schraubenschlüssel 396.
Linsen: Instr. z. Bezeichnen d. Mitten v. sphärischen Linsen 108. Geneva Opt. Comp. 108.
Literatur: D. Einricht. elektr. Beleuchtungsanlagen f. Gleichstrombetrieb, Heim 33. — Astron. Instrumentenkunde, Ambronn 34. — Abbildungen geodät. Instr., Vogler 71. — Katalog d. Ausstellung d. deutschen Mathematiker-Vereinigung, Dyck 105. — Theorie d. opt. Instrumente n. Abbe, Czapski 209. — D. Akkumulatoren f. Elektrizität, Hoppe 253. — Amtl. Katalog d. Ausstell. d. Deutschen Reiches auf d. kolumb. Weltausstellung in Chicago 254. — Photograph. Bibliothek I., Stolze 285. — Adressbuch f. d. deutsche Mechanik u. Optik u. verwandte Berufszweige 287. — Anleitung z. Experimentiren b. Vorlesungen über anorgan. Chemie, Heumann 323. — D. Augenleuchten u. d. Erfindung d. Augenspiegels, König 359. — D. Akkumulatoren, Elbs 359. — Photograph. Optik ohne mathemat. Entwicklungen f. Fachleute u. Liebhaber, Miethe 472. — Chemiker-Kalender f. 1894, Biedermann 474.
Löhnert, H., Schraubensicherung m. einer in e. Vertiefung d. Bolzens einzudrückenden Gegenmutter 38.
Löndahl, H., Schwefelwasserstoffapp. m. mehreren Hähnen 31.
Löwe, L., & Co., Neues Heft f. Werkzeuge 328. — Vorricht. zum Messen u. Sortiren verschiedener Körper 397.
Loewenherz, Dr. L., Gedenkfeier f. 177.
Lonnes, C., App. z. Trocknen b. beliebiger konstant. Temperatur im luftverdünnten Raume oder b. gewöhnl. Luftdruck 392.
Lorenz, R., Neuer Glühofen f. sehr hohe Temperaturen 431.
Lorenz, W., Fräskopf m. am Schaft gezahnten Stählen 291.
Loth u. Löthen s. Werkstatt.
Lotter, J. Chr., Einsatzzirkel m. Zahnstangenantrieb, in e. Stangenzirkel umwandelbar 74.
Luftpumpen: Erfahrungen mit d. selbthät. Quecksilberluftpumpe, Raps 62. — Quecksilberluftpumpe, Kahlbaum 73. — Quecksilberluftpumpe, Šantel 93. — Beschreib. einiger neuen Quecksilberluftpumpen, Guglielmo 99. — Quecksilberluftpumpe, Smith 100. — Selbthät. Blutgaspumpe, Kossel, Raps 141. — Dichtungen f. Vakuum u. Druck, Mach 428.
Lunge, G., Verbess. a. Gasvolumeter 98.
Lupin, F. v., Flüssigkeitsthermometer 238. 256.

Maassstäbe: Maassstab z. Ermittlung d. Höhe v. Flüssigkeiten m. bewegten Oberflächen, Weymar 73. — Vorricht. z. selbth. Feststellen d. Glieder v. Gelenkmaassstäben, Fritsch 172.
Mc Gregor, Neuer. a. Kompassen 68.
Mach, L., Herstell. v. Rotationsflächen zweiten Grades auf d. Drehbank 82. — Dichtungen f. Vakuum u. Druck 428.
Magnard, C., Selbth. verstellbarer Schraubenschlüssel 397.
Magnetismus u. Erdmagnetismus: App. z. Zeichnen v. Magnetisirungskurven, Ewing 26. — Einige Bemerk. z. Aufzeichnung d. Variationen des Erdmagnetismus, Eschenhagen 204. — Neue Art magnet. Messinstr., Quincke 277. — Instr. f. erdmagnet. Messungen, Wild 354.
Mahlke, A., Hilfsinstr. z. Bestimm. d. Korrektur f. d. herausragenden Faden 58. — Thermostat f. Temperaturen zwischen 50 u. 300°, 197.
Mann, C., App. z. gleichförm. Vermischen grösserer Mengen pulverförm. Körper 26.
Manometer: Neues Manometermodell, Villard 468.
Marcuse, Dr. A., Elektr. Beleuchtung astron. Instr. 101.
Markl, A. K., Reitersicherung a. analyt. Waagen 471.
Mather, T., Elektrostat. Spannungsmesser 282. — Konstruktion induktionsfreier Widerstände 468.
Mechanikertag, vierter deutscher 323. 353. 394.
Meister, M., Vorricht. z. selbth. Abgabe bestimmter Flüssigkeitsmengen 255.
Metalle: App. z. Untersuchung d. inneren Struktur v. Metallmassen, de Place 29.
Meteorologie: Barometer, Aneroïde: Uhr m. Aneroidbarometer, Hüe 36. — Neue Form d. Quecksilberbarometers, Weber 63. — App. z. Reduktion d. Barometerstandes auf 760 *mm*, Bockhout 321. — Thermometer (s. auch Thermometrie): Neues Thermometer m. angeschmolzener Glasskale, Bock, Weber 95. — Thermometer, Rapkin 174. — Flüssigkeits-Thermometer, Lupin 238. 256. — Zur Geschichte d. Thermometers, Gerland 340. — Einfache Form d. Luftthermometers, Koppe 354. — Feuchtigkeitsmesser: Darmsaitenhygrometer, Laacke 173.
Meyer, E., Mikrophon 107.
Meyerhoff, H., Verstellbare Reibahle 291.
Micklewood, E., Kamera mit Vorbau f. Landschaftsaufnahmen 173.
Miebach, A., Selbth. Taster f. Werkzeugmaschinen m. Support 398.
Miethe, Dr. A., Photographische Optik ohne mathemat. Entwicklungen f. Fachleute u. Liebhaber 472.

Mikrometer: Herstell. genauer Mikrometerschrauben u. Mikrometereinrichtung a. Spiegelfühlhebel, Schroeder 217.
Mikrophon s. Elektrizität.
Mikroskopie: Hornhautmikroskop, Czapski, Schanz 250.
Milchprüfer, Nahm 475.
Miller, F., Tachymeterschieber in Scheibenform 96.
Mito, D. v., Verfahren z. Verbindung d. Kohlenbügel v. Glühlampen m. d. Zuleitungsdrähten 397.
Mix & Genest, Regelungsvorricht. f. Kohlenwalzen-Mikrophone 172. — Verfahren, mittels des beim Lochen v. Metall sich bildenden Putzens zu niethen 433.
Möller, G., Kneifzange 107.
Moissan, H., Beschreib. e. neuen elektr. Ofens 167. 322.
Morgner, F., Vorricht. z. Bohren konischer Löcher 325.
Morival, P., Waage f. Säcke u. andere Behälter v. verschiedener Höhe 107.
Müller, F., Mikrophon 109.
Müller, G., Vorricht. z. Bestimm. v. Koordinaten 359.
Muencke, Dr. R., Benzinfeuerung f. Verbrennungsöfen, Röhrenöfen, Muffelöfen u. dgl. 31.
Mylius, Prof. Dr. F., Einwirkung lufthaltigen Wassers auf Aluminium 77.

Naeck, M., Bogenlampe m. beweglichen Führungsrohren f. d. Kohlenhalter 110.
Nahm, A. N., Milchprüfer 475.
Naturforscher-Versammlung 250. 324.
Naudin, J. C., *fils*, Maschine z. Winden v. Schraubenfedern 173.
Nautik: Bestimm. d. Fehler d. Spiegelsextanten u. seine Erweiterung z. Messen aller Winkel, Kayser 66. — Neuer. a. Kompassen, Mc Gregor 68. — Kompassrose m. bandartigen Ringmagneten, Kaiser 73. — Beschreib. e. App. z. Bestimm. d. Exzentrizitätsfehlers d. Sextanten, Koldewey 278. — Elektr. Kompass m. Kursverzeichner, v. Peichl 360. — Decklogg, Heherle 361. — Solarometer, Beehler 392. — Erfahr. über einige naut. Instr., Gelcich 419.
Nivellirinstrumente s. Geodaesie.
Noack, K., Thermobatterie 207. — App. z. Erläuterung d. Wheatstone'schen Brückenanordnung 277.
Normal-Aichungs-Kommission, K., Bekanntmachung über d. Aichung v. chem. Messgeräthen. 423.

Oberbeck, A., App. z. Demonstrat. der Wheatstone'schen Brückenanordnung 165.
Odhner, W. T., Neuer. a. Rechenmaschinen 175.
Oelprüfungsapparat, Strauber 434.
Ofen s. Wärme.
Oosting, J., Gezwungene Schwingungen gespannter Drähte 207.
Ophthalmologie: Neuer Helmholtz'scher Farbenmischapp., Schmidt & Haensch 200. — E. Hornhautmikroskop, Czapski, Schanz 250. — Refrakt.-Augenspiegel mit selbthät. Linsenkombination u. Angabe d. summirten Kombinationswerthe, Roth 324. — D. Augenleuchten u. d. Erfindung d. Augenspiegels, König 359.
Optik: I. Theorie, Untersuchungsmethoden u. Apparate f. theoretische Forschung: Krystalloptik s. diese. — Helmholtz'scher Farbenmischapp, Fr. Schmidt & Haensch 200. — Theorie d. opt. Instr. n. Abbe, Czapski 209. — Dispersionsbestimm. nach d. Totalreflexionsmethode mittels mikrometr. Messung, Pulfrich 267. — D. Abbe-Fizeau'sche Dilatometer, Pulfrich 365. 401. 437. — Photograph. Optik ohne mathemat. Entwicklungen f. Fachleute u. Liebhaber, Miethe 472. — II. Apparate z. verschiedenen optischen Zwecken, Hilfsapparate f. Untersuchungen, Stereoskope, Operngläser, Brillen u. s. w.: Kneifer m. Hebelvorricht., Jüch jr. 109. — Klemmerfassung, Krimm 215. — Einstellvorricht. f. e. *Camera lucida*, Eppers 326. — Opernglashalter, Fiedler 326. — Verstellbarer Klemmer, Schneider 361. — Neuer. a. Klemmern, Wood 363. — Gestell f. e. *Camera lucida*, Eppers 397. — III. Methoden u. Apparate d. praktischen Optik: Instr. z. Bezeichnen d. Mitten v. sphär. Linsen, sowie d. Axen v. Zylinderlinsen u. z. Messen v. Prismenwinkeln 108.
Orlowsky, J. v., Polklemme m. Keilbefestigung 290.
Osten, G., Verfahren z. Verbind. schwachwandiger Röhren 37.
Ott, A., Tichy's logarithm. Tachymeter 144.

Parr, E., Holzschraube m. Bohrnut 215.
Paschen, Dr. F., Astat. Thomson'sches Spiegelgalvanometer 13.
Pass & Seymur, Drahtklemme 476.
Paul, Th., Z. quantitativen Bestimm. d. Antimons und über d. Gooch'schen Tiegel 170.
Peichl, v., Elektr. Kompass m. Kursverzeichner 360.
Pendel und Pendelmessungen: Quecksilber-Kompensationspendel, Riefler 88. — Uhr m. rotirendem Pendel, Raab 254. — Neue Pendelaufhängung, Hasemann 314. — Pendelhemmung m. konstanter Kraft, Weiss 433.
Phonograph s. Akustik.
Photochronograph s. Astronomie.
Photographie: Neue Panorama-Kamera, Hoffmann 74. — Astron.-Photogr. Aufnahme m. im Handel vorkommenden Linsen, Harkness 168. — App. z. Entwickeln und Fixiren photogr. Platten, Clément & Gilmer 172. — Kamera mit Vorbau f. Landschaftsaufnahmen, Micklewood 173. — Photogr. Rollkassette, Krügener 173. — Photograph. Expositionsmesser, Frantz 173. — Zündvorricht. f. Magnesiumblitzpulver, Hesekiel 214. — Photogr. Bibliothek, Stolze 285. — Photogr. Taschenkamera, Servus 362. — Objektivverschluss, Harbers 395. — Magazin-Kamera m. einfachem Plattenmagazin, Williams 396. — Photograph. Optik ohne mathemat. Entwicklungen f. Fachleute u. Liebhaber, Miethe 472.
Photometrie: D. Beglaubigung d. Hefnerlampe und Beschreibung derselben, Physik.-Techn. Reichsanstalt 257. 261. — Verfahren z. Bestimm. d. Leuchtkraft, Simonoff 327. — Photometer, Segny 430. — Verfahren z. Messung v. Lichtstärken unter Verwendung einer lichtelektr. Vakuumzelle, Elster, Geitel 474.
Physiologie: Selbthät. Blutgaspumpe, Kossel, Raps 141.
Pickhardt, G., Neue Drehbankschnüre aus Stahldraht 76.
Pipetten s. Chemie.
Pittler, W. v., Wechselrädergetriebe an e. Metallbearbeitungsmaschine 324.
Place, Cap. de, App. z. Untersuchung d. inneren Struktur v. Metallmassen 29.
Platin: Vergolden v. Platinblech, Heraeus 72.
Polarisation: (Polarisationsapparate, Polarisationsprismen, Untersuchungen über Polarisationserscheinungen): Anwend. d. Photographie bei d. Halbschattenpolarimeter, Chauvin, Fabre 104.
Pollack, Ch., Galv. Batterie m. gleichmäss. Zuführung neuer Flüssigkeiten 110.
Porges, Neuer Sicherheitsbrenner 104.
Precht, H., App. z. Bestimm. d. spezif. Gewichts v. Gasen 36.

Prismen: (Polarisationsprismen s. Polarisation.) Doppelprisma f. Refraktometer, Zeiss 291.
Pulfrich, Dr. C., Ueber Dispersionsbestimm. nach d. Totalreflexionsmethode mittels mikrometr. Messungen 267. — Ueber d. Abbe-Fizeau'sche Dilatometer 365. 401. 437.

Quecksilber: *Sur la variation thermique de la résistance électrique du mercure*, Guillaume 319. 321. — Ueber d. Temperaturkoeffizienten d. elektr. Widerstandes v. Quecksilber u. d. Quecksilberwiderstände der Reichsanstalt, Kreichgauer, Jaeger 320.
Quecksilberbarometer s. Meteorologie.
Quecksilber-Kompensationspendel, Riefler 93.
Quecksilberluftpumpe. Erfahrungen m. d. selbthät. Q., Raps 62. — Q., Kahlbaum 73. — Q., Šantel 93. — Beschreibung einiger neuen Q., Guglielmo 99. — Q., Smith 100.
Quincke, G., Neue Art magnet. u. elektr. Messinstrumente 277.

Raab, G., Uhr m. rotirendem Pendel 254.
Raabe, C., Fräse m. veränderlichem Profil d. getheilten nachstellbaren Fräsmesser 108.
Radiometer, Seguy 430.
Rapkin, A. T., Thermometer 174.
Raps, Dr. A., Erfahrungen m. d. selbthät. Quecksilberluftpumpe 62. — Selbthät. Blutgaspumpe 141.
Reatz, W., Kontinuirlich wirkender Saug- u. Druckapparat 323.
Rechenapparate: Rechen-Lehrmittel, Sehringhaus 73. — Neuer. an Rechenmaschinen, Odhner 175. — Kontrol-Vorricht. a. Rechenmaschinen, Huber 360.
Recsei, S. S., Federnde Stützung waagerecht schwingender Körper 38.
Refraktometer, Doppelprisma f., Zeiss 291.
Reichel, C., Kreistheiler 364.
Reichel, Prof. O., Fallmaschine 64.
Reichsanstalt, Physikalisch-Technische: Mitth. aus d. Werkstatt d. Physik.-Techn. Reichsanstalt 39. 110. — Vorschläge z. gesetzlichen Bestimmungen über elektr. Maasseinheiten, Dorn, Beiheft z. Febr.-Heft. — Bericht über d. Verhandlungen betr. Einführung einheitl. Gewinde v. Befestigungsschrauben in d. Feintechnik 41. — Einwirkung lufthaltigen Wassers auf Aluminium, Mylius, Rose 77. — D. Thätigkeit d. Physik.-Techn. Reichsanstalt in d. Jahren 1891 bis 92, 113. — Betheiligung d. Physik.-Techn. Reichsanstalt an d. Weltausstellung in Chicago 157. — Vorschriften z. Herstell. v. Clark'schen Normalelementen, Kahle 191. — E. Thermostat f. Temperaturen zwischen 58 u. 300°, Mahlke 197. — Bestimmungen über d. Prüfung u. Beglaubigung von Schraubengewinden 244. — D. Beglaubigung d. Hefner-Lampe 257. — Beiträge z. Kenntniss d. elektromotor. Kraft d. Clark'schen Normalelementes, Kahle 293. — Ueber d. Temperaturkoeffizienten d. elektr. Widerstandes v. Quecksilber u. d. Quecksilberwiderstände d. Reichsanstalt, Kreichgauer, Jaeger 320. — Ueber d. Spannkräfte d. Wasserdampfes in Temperaturen zwischen 82 u. 100°, Wiebe 329. — Ueber d. Beurtheilung d. Glasgefässe z. chem. Gebrauch, Foerster 457.
Reid, A. F., Pipette z. Abmessung giftiger Flüssigkeiten 67.
Reinecker, J., Fräsmaschine m. eigenartiger Supportbewegung 362.
Rider, E. W., Verstellbar. Schraubenschlüssel 361.
Riefler, S., Quecksilber-Kompensationspendel 88.
Roncagli, G., Theorie u. Beschreibung d. Reduktions-Tachymeters 381.
Rose, Dr. F., Einwirkung lufthaltigen Wassers auf Aluminium 77.
Rosenthal, L., Phonograph 433.
Rotationsaxe, Studie über Stabilität d., Tullinger 430.
Rotationsflächen, Herstellung v. R. zweiten Grades auf d. Drehbank, Mach 82.
Roth, A., Refraktions-Augenspiegel m. selbthät. Linsenkombination u. Angabe d. summarischen Kombinationswerthe 324.
Rotirende Körper, Ausbalanziren v., Jansen 229.
Rotten, M. M., Elektrizitätszähler 172.
Ruhnke, C., Vorricht. z. Regelung d. Abfalles bei Uhren 359.

Šantel, A., Quecksilberluftpumpe 93.
Sartorius, F., Hydrostat. Waagen u. Hilfsmittel z. Bestimm. des spezif. Gewichts v. Flüssigkeiten u. festen Körpern 388.
Sauer, C., Aluminiumloth 174.
Sauerstoff: Umsatz v. Wasserstoff m. Chlor u. Sauerstoff, Harker 69.
Savélief, R., Ueber den bei aktinometr. Beobachtungen erreichbaren Genauigkeitsgrad 470.
Schanz, Dr. F., Hornhautmikroskop 250.
Scharf, P., Verf. z. Verbindung d. Einführungsdrahtes v. Glühlampen m. d. Birne 110.
Schiffers, H., Neues Heft für Werkzeuge 328.
Schleising, K., Visirvorricht. z. Zeichnen nach d. Natur u. nach Körpern 73.
Schmidt, Prof. Dr. M., D. neue Geyer'sche Messtischapp. 335.
Schmidt & Haensch, Fr., Neuer Helmholtz'scher Farbenmischapp. 200.
Schneider, C., Bohr- u. Fräsmaschine 215. — Verstellbarer Klemmer 361.
Schöller, K., Elektromagnet. Bewegungsvorricht. m. schwingendem Anker 108.
Schrader, J. F. D., Instr. z. direkten selbthät. Aufnahme der Zeichnung e. Geländes 213.
Schrauben: Befestigungsschrauben: Bericht über die Verhandlungen betr. Einführung einheitl. Gewinde f. d. Befestigungsschrauben d. Feintechnik 24. 41. — Schraubensicherung m. einer in e. Vertiefung des Bolzens einzudrückenden Gegenmutter, Löhnert 38. — Schraubensicherung mit klemmendem Schraubenmutteransatz, Banowitz 107. — Holzschraube m. Bohrnut, Parr 215. — Bestimmungen über d. Prüfung u. Beglaubigung v. Schraubengewinden 244. — Schraubenschneidkluppe, Kieper 360. — Bewegungsschrauben: Herstellung genauer Mikrometerschrauben u. über d. Mikrometereinricht. von Spiegelfühlhebeln, Schroeder 217.
Schroeder, Dr. H., Herstellung genauer Mikrometerschrauben u. über d. Mikrometereinrichtung v. Spiegelfühlhebeln 217. — Einfacher Tiefenmesser 363. — Kreistheiler nach Wenham 363. — Zentrirkopf nach Wenham 399.
Schulze, Th., Elektr. Stromschlussvorricht. f. Gasrohrkugellager 109.
Schwere- u. Schweremessungen: Beschreib. e. Instr. z. Beobacht. d. kleinen Schwankungen d. Intensität d. Schwerkraft, Bouquet de la Grye 281.
Seguy, Radiometer u. Photometer 430.
Sehringhaus, A., Rechen- und Leselehrmittel 73.
Seidel, H., Zentrirkopf 399.
Seismometrie: Seismo-Autograph m. veränderl. Zylindergeschwindigkeit, Agamennone 69.
Servus, F., Photogr. Taschenkamera 362.
Sextant s. Nautik u. Geodaesie.
Siemens & Halske, Apparat z. Aichung d. Torsionsgalvanometer

98. — Verschlussvorrichtung a. Blitzableiter-Isolatoren 110. — Drucktaste m. gleitend aneinanderreibendenStromschlusstheilen 289.
Silber: Versilberung für Skalen, u. Kreistheilungen, Reichsanstalt 40. — Versilberung v. Glasspiegeln, Common 165.
Simonds, G. F., Vorrichtung z. Härten v. Stahl 435.
Simonoff, L., Verf. z. Bestimm. d. Leuchtkraft 327.
Smith, J., Feinmessinstr. m. Zählwerk 325.
Smith, Fr. J., Quecksilberluftpumpe 100.
Sonnenthal, E. jr., Aukern-Klemmfutter 400.
Spektralanalyse: Länge d. Spektren u. Spektralbezirke, Grosse 6. — Absorptionsspektralanalyse sehr verdünnter Lösungen, Knoblauch 168.
Spezifisches Gewicht: Apparat z. Bestimm. d. spez. G. v. Gasen, Precht 36. — Dichtigkeitsmesser f. Flüssigkeiten, Vollquartz 37. 361. — Hydrodensimeter, Handl 66. — Vorricht. z. Feststellung d. spezif. Gewichts von Körnerfrüchten, Barczewski 214. — Hilfsmittel z. Bestimm. d. spezif. Gewichts v. Flüssigkeiten und festen Körpern, Sartorius 388. — Sphärometer, Guglielmo 393.
Spiegel: Versilberung von Glasspiegeln, Common 165.
Spiro & Söhne, Schwimmermessvorricht. f. Flüssigkeiten 109.
Sponholz & Wrede, Selbth. Mess- u. Sortirmaschine 433.
Stahl, Vorricht. z. Härten von, Simonds 435.
Stative: Neues Universalstativ f. astron. Instr., Fritsch 273.
Stehle, A., Spiralzirkel 215.
Steiner, B., Verfahren z. Glätten d. Aufnahmeschicht v. Phonogrammwalzen 361.
Steinheil, Dr. A., † 474.
Steinrück, Fr, Einricht. z. Abrunden u. Schärfen rotirender Schleifsteine 75.
Stolze, Dr. F., Photogr. Bibliothek 285.
Stolzenberg, F. & Co., Vertikaler Abstech- u. Façonsupport 397.
Strack, K., Trockenelementverschluss 432.
Strauber, A., Oelprüfungsapp. 434.
Szabel, M. v., App. z. Anzeigen d. Siedens erhitzter Flüssigkeiten 289.

Tachymetrie s. Geodaesie.
Tacke, Br., Volumenometer f. d. Ermittlung d. Volumens grösserer Proben 429.
Temperaturregulatoren: Thermostat f. Temperaturen zwischen 50 u. 300°, Mahlke 197.
Theilungen: Kreistheiler n. Wenham, Schroeder 363. — Kreistheiler n. Reichel, Friedrich 363.
Thermometrie: Hilfsinstr. z. Bestimm. d. Korrektion f. d. herausragenden Faden, Mahlke 58. — Neues Thermometer m. angeschmolzener Glasskale, Bock 95. — Bestimm. d. Korrektion f. d. herausragenden Fadeu mittels e. Hilfsrohres, Guillaume 155. — Thermometer, Rapkin 174. — Ueber einige bemerkenswerthe Eigenschaften v. Schwefelsäurethermometern, v. Lupin Donle 238. — Flüssigkeitsthermometer, v. Lupin 238. 256. — Z. Geschichte d. Thermometers, Gerland 340. — Einfache Form d. Luftthermometers, Koppe 354.
Thomson, Sir. W., s. Lord Kelvin.
Tichy, Ingenieur A., Logarithm. Tachymeter 144.
Tolzmann, G. A., Elektr. Bogenlampe m. von Hand regelbarer Lichtbogenlänge 174.
Trümbach, E., Einfacher Messapparat f. Horizontal- u. Vertikalmessungen 72.
Tullinger, K., Studie über die Stabilität d. Rotationsaxe 430.

Uhren: Uhr m. Aneroidbarometer, Hüe 36. — Quecksilber-Kompensationspendel neuerKonstruktion, Riefler 88. — Uhr m. rotirendem Pendel, Raab 254. — Höhenmaass f. Uhrmacher, Jüngermann 291. — Neue Pendelaufhängung, Hasemann 314. — Ueber neuere Chronometeruntersuchungen, Geleich 343. — Vorricht. z. Regelung d. Abfalles b. Uhren, Ruhnke 359. — Pendelhemmung mit konstanter Kraft, Weiss 433.
Ullmann, M., Federzirkel m. selbthät. Feststellvorrichtung 173.
Ungerer, A., jr., Entfernungsmesser 255.
Urbani, E., Theorie u. Beschreib. d. Reduktionstachymeters 381.

Valentin, L., Einrichtung an Wassermessern z. Verringerung der Rotationsgeschwindigkeit d. Flügelrades 35.
Vereins- u. Personennachrichten 35. 71. 171. 254. 288. 323. 394. 432. 474.
Villard, Neues Manometermodell 468.
Violle, J., Ueber elektr. Oefen 322.
Vogler, Prof. Dr. A., Abbildungen geodät. Instrumente 71.
Voigt, W., Einf. App. z. Bestimm. d. thermischen Dilatation fester Körper, speziell d. Krystalle 103.
Vollquartz, H., Dichtigkeitsmesser f. Flüssigkeiten 37. 361.
Vollstädt, M., Zentrirendes Bohr- u. Drehfutter 396.
Vonhaus, L., & H. Becker, Parallelzange 291.

Waagen u. Wägungen: Waage f. Säcke u. andere Behälter von verschiedener Höhe, Morival 107. — Feststell. d. spezif. Gewichts v. Körnerfrüchten, Barczewski 214. — Hydrostat. Waagen u. einige Hilfsmittel. z. Bestimm. d. spezif. Gewichtes v. Flüssigkeiten u. festen Körpern, Sartorius 388. — Reitersicherung a. analyt. Waagen, Markl 471.
Wächtler, M., Feilenheft 37.
Wärme: I. Theorie: Strahlung d. atmosphär. Luft, Hutchins 24. — Bolometr. Untersuchung über die Stärke d. Strahlung verdünnter Gase, Angström 361. — II. Apparate: Einf. App. z. Bestimm. d. thermischen Dilatation fester Körper, speziell d. Krystalle, Voigt 103. — Messung hoher Temperaturen, Barus 103. — Beschr. e. neuen elektr. Ofens, Moissan 167. — App. z. gleichzeitigen Anzeige d. ungleichen Ausdehnung verschiedener Metalle, Gundermann-Zons 214. — App. z. Anzeigen d. Siedens erhitzter Flüssigkeiten, v. Szabel 289. — Ueber elektr. Oefen, Moissan, Violle, Ducretet, Lejeune 322. — Ueber d. Abbe-Fizeausche Dilatometer, Pulfrich 365. 401. 437. — Radiometer, Seguy 430. — Glühofen f. sehr hohe Temperaturen, Lorenz 431.
Wagner, G., Tuschnapf 476.
Warmbrunn, Quilitz & Co., Neuer Sicherheitsbrenner 104.
Wallasch, H., Verf. u. Vorricht. z. Bohren, Drehen od. Hobeln mittels Schneiderollen 109.
Wassermesser: Einricht. an W. z. Verringerung d. Rotationsgeschwindigkeit d. Flügelrades 35. — Scheiben-Wassermesser 37. — Vorricht. z. selbthät. Abgabe bestimmter Flüssigkeitsmengen, Meister 255.
Wasserstandsanzeiger: Stromanschlusswerk f. elektr. Wasserstandsanzeiger, Asmussen 36.
Weber, Prof. Dr. Leonh., Neue Form d. Quecksilberbarometers 63. — Bock's neues Thermometer m. eingeschmolzener Glasskale 95.
Weiler, W., App. f. Wechsel- u. Drehströme 32.
Weinhold, A., Demonstrationsapparat f. Drehfeldversuche 208.
Weiss, C., Pendelhemmung mit konstanter Kraft 433.
Wenham, Kreistheiler 363. — Zentrirkopf 399.

Werkstatt: I. Apparate u. Werkzeuge: Bericht über d. Verhandlungen betr. Einführung einheitl. Gewinde an Befestigungsschrauben i. d. Feintechnik, Reichsanstalt 24. 41. 244. — Feilenheft, Wächtler 37. — Verfahren zur Verbindung schwachwandiger Röhren, Osten 37. — Schraubensicherung, Löhnert 38. — Federnde Stützung waagerecht schwingender Körper, Reesei 38. — Gelenkanordnung bei Werkzeugen, Dröll 38. — Löthlampe, Heinrich 38. — Schmiervorrichtung für Gewindeschneidkluppen, Krieger 71. — Rohrzange mit e. drehbaren u. e. auswechselbaren Backe, Johnson & Grazier 72. — Abrichträdchen f. Schmirgelscheiben u. Schleifsteine, Friedrich 75. — Einrichtung z. Abrunden u. Schärfen rotirender Schleifsteine, Steinrück 75. — Neue Drehbankschnüre aus Stahldraht, Pickhardt 76. — Herstellung v. Rotationsflächen zweiten Grades auf d. Drehbank, Mach 82. — Spiritusgebläselampe, Hugershoff 107. — Kneifzange, Möller 107. — Schraubensicherung, Banowitz 107. — Schraubenschlüssel, Banyard 108. — Fräse m. veränderlichem Profil d. getheilten, nachstellbar. Fräsmesser, Raabe 108. — Verf. u. Vorricht. z. Bohren, Drehen u. Hobeln mittels Schneiderollen, Wallasch 109. — Werkstattsmesswerkzeuge m. Feinstellung, Eisenführ, Friedrich 111. — Maschine z. Winden v. Schraubenfedern, Naudin fils 173. — Schraubenschlüssel, Andres 173. — Werkzeuge d. K. Eisenbahnwerkstätten: 1. Rohrschneidewerkzeug 175. — 2. Rohrwalze 176. — 3. Bohrknarre, Friedrich 176. — Doppelrändchen, Eisenführ, Friedrich 176. — Holzschraube m. Bohrnut, Parr 215. — Bohr- u. Fräsemaschine, Schneider 215. — Herstellung v. isolirenden Rohren m. Metallhülse, Bergmann 215. — Neuer Schraubenzieher, Eisenführ, Friedrich 216. — Mikrometerschrauben, Schroeder 217. — Rohrabschneider m. verstellb. Stahlrollen, Jungmann 255. — Amerik. Trittvorrichtung 256. — Verstellb. Schraubenschlüssel, Faber 289. — Höhenmaass f. Uhrmacher, Jüngermann 291. — Parallelzange, Vonhaus & Becker 291. — Verstellbare Reibahle, Meyerhoff 291. — Fräskopf mit am Schaft gezahnten Stählen, Lorenz 291. — Hilfsvorricht. f. d. Werkstatt: 1. Vorrichtung, um Axen laufend anzukernen; 2. Mittensucher; 3. Halbirungslineal, Dehmel, Friedrich 291. — Wechselrädergetriebe an einer Metallbearbeitungsmaschine, v. Pittler 324. — Bohrmaschine z. selbthät. Bohren v. Löchern v. bestimmter Tiefe, Fiège 325. — Vorricht. z. Bohren konischer Löcher, Morgner 325. — Feinmessinstr. m. Zählwerk, Smith 325. — Vereinigte Hobel-, Stoss- u. Bohrmaschine, Dietrich 326. — Rohrabschneider mit unter Federdruck stehendem Rohrhalter, Franke 326. — Federnder Kegelring als Sicherung für d. auf Wellen, Zapfen oder dgl. anzubringenden Maschinentheile, Drinkwater 326. — Formenschmiege, Behmer 326. — Neuer Rohr- u. Rundeisenabschneider, Kelling 327. — Neues Heft f. Werkzeuge, Schiffers, Loewe 328. — Schraubenschneidkluppe, Kieper 360. — Verstellbarer Schraubenschlüssel, Rider 361. — Fräsmaschine m. eigenartiger Supportbewegung, Reinecker 362. — Verstellbarer Bohrknarrenbügel, Juergens 362. — Einf. Tiefenmesser, Schroeder 363. — Kreistheiler n. Wenham, Schroeder 363. — Kreistheiler n. Reichel, Friedrich 364. — Zentrirendes Bohr- u. Drehfutter, Vollstädt 396. — Kopirvorrichtung, Collet & Engelhardt 396. — Verstellb. Schraubenschlüssel, Liebing 396. — Vorricht. z. Messen u. Sortiren verschiedener Körper, Löwe & Co. 397. — Selbthät. verstellbarer Schraubenschlüssel, Magnard 397. — Vertikaler Abstech- u. Façonsupport, Stolzenberg & Co. 397. — Selbthät. Taster f. Werkzeugmaschinen m. Support, Miebach 398. — Zentrirkopf n. Wenham, Schroeder 399. — Zentrirkopf n. Seidel, Friedrich 399. — Ankern-Klemmfutter, Sonnenthal jr. 400. — Dichtungen f. Vakuum u. Druck, Mach 428. — Selbthät. Mess- u. Sortirmaschine, Sponholz & Wrede 433. — Verfahren, mittels des beim Lochen v. Metall sich bildenden Putzens zu nieten, Mix & Genest 433. — Vorricht. z. Härten v. Stahl, Simonds 435. — Einige neuere Zangen, Eisenführ, Friedrich 435. — Drehbank m. zylindrisch gekrümmter Bettfläche, Brown 475. — Dreh- u. Hobelstahl 476. — Drahtklemme, Pass & Seymur 476. — II. Rezepte: Mittheil. aus d. Werkstatt d. Physik.-Techn. Reichsanstalt: 1. Schwarzgraue Beize 39. — 2. Hellgraue Beize 40. — 3. Mattschwarze Beize von A. Bollert 40. — 4. Versilberung f. Skalen, Zifferblätter u. Kreistheilungen 40. — 5. Tiefviolett-Schwarzbeize f. Zink 110. — 6. Schwarzgraubeize 111. — Aluminiumloth, Sauer 174. — Verf. z. Herstell. v. Aluminiumloth, Lançon 435.

Weymar, A., Maassstab z. Ermittlung d. Höhe v. Flüssigkeiten m. bewegten Oberflächen 73.

Wiebe, H. F., Ueber die Spannkräfte d. Wasserdampfes i. Temperaturen zwischen 82 u. 100°, 329.

Wiegand, S. L., Empfänger für Fernsprechanlagen 38. — Relais f. Fernsprechzwecke 434.

Wild, H., Instr. f. erdmagnet. Messungen u. astronom. Ortsbestimmungen auf Reisen 354.

Wiley, H. W., Neuer Extraktionsapparat 358.

Williams, S., Magazin-Kamera m. einfachem Plattenmagazin 396.

Wood, J. J., Neuer. a. Klemmern 363.

Woodward, R. S., Vorläufiger Bericht über den d. *U. S. Coast and Geodetic Survey* gehörigen Basisapparat mit Eispackung 466.

Zählwerke: Pneumat. Zählwerk, Gosselin 290. — Feinmessinstr. m. Zählwerk, Smith 325. — Umdrehungszähler, Käppeli 362.

Zangen s. Werkstatt.

Zeichenapparate: Instr. z. Zeichnen v. Parabeln, Inwards 70. — Visirvorricht. z. Zeichnen nach d. Natur u. nach Körpern, Schleising 73. — Einsatzzirkel m. Zahnstangenantrieb, in e. Stangenzirkel umwandelbar, Lotter 74. — Zeichenapp., Holder 75. — Federzirkel m. selbthät. Feststellvorricht., Ullmann 173. — Instr. z. direkt selbthät. Aufnahme d. Zeichnung e. Geländes, Schrader 213. — Spiralzirkel, Stehle 215. — Stangenzirkel, Baier 289. — E. neuer Ellipsenzirkel, Hamann 315. — Vorricht. z. Bestimm. von Koordinaten, Müller 359. — Reissfeder m. Feinstell., Draganoff 361. — Vorricht. z. Dreitheilung v. Winkeln, Eckhardt 398. — Tuschnapf, Wagner 476.

Zeiss, C., Optische Werkstätte: Ein neues Krystallgoniometer, Czapski 1. — Ueber Goniometer m. zwei Kreisen, Czapski 242. — Hornhautmikroskop, Czapski, Schanz 250. — Dispersionsbestimmung nach d. Totalreflexionsmethode mittels mikrometr. Messung, Pulfrich 267. — Doppelprisma f. Refraktometer 291. — Ueber d. Abbe-Fizeau'sche Dilatometer, Pulfrich 365. 401. 437.

Zeisser, A., Lampenglockenhalter 290.

Buchdruckerei Otto Lange, Berlin C.

Vorschläge

zu

gesetzlichen

Bestimmungen über elektrische Maafseinheiten

entworfen durch das

Curatorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Nebst kritischem Bericht

Ueber den wahrscheinlichen Werth des Ohm nach den bisherigen Messungen

verfasst von

Dr. E. Dorn,

Professor an der Universität Halle a. S.

Berlin

Verlag von Julius Springer

1893.

Inhalt.

A. Vorschläge zu gesetzlichen Bestimmungen über elektrische Maafseinheiten
entworfen durch das Curatorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

	Seite
Einleitung	7
Entwurf für gesetzliche Bestimmungen über elektrische Maafseinheiten	11
Begründung einzelner Bestimmungen	13

B. Ueber den wahrscheinlichen Werth des Ohm nach den bisherigen Messungen
von Dr. E. Dorn, Professor an der Universität Halle a. S.

I. Herstellung von Quecksilberwiderständen.

Allgemeines	21
Kalibrirung	21
Rohrlänge	22
Ausbreitungswiderstand	22
Wägung des vom Rohr gefassten Quecksilbers	23
Reinigung des Quecksilbers	24
Einführung des Quecksilbers	24
Temperaturkoeffizient des spezifischen Widerstandes des Quecksilbers	27
Endgefässe, Zuleitungen	29
Reduktion der Quecksilbereinheiten der verschiedenen Beobachter	31
Siemens & Halske 1882/85 und 1885/89	31
Rayleigh und Sidgwick	32
Mascart, de Nerville, Benoît	33
Benoit	34
Lorenz	34
Strecker und Kohlrausch	35
Glazebrook und Fitzpatrick	35
Hutchinson und Wilkes	36
Passavant	36
Lindeck	37
Ausgeführte Vergleichungen der *Hg*-Einheiten verschiedener Beobachter	37
Hierzu Tabelle I, I[a], II, II[a] nach S. 38.	

II. Die absoluten Widerstandsmessungen.

1. Methode der Dämpfung. (Dritte Methode von Weber)	40
Allgemeines	40
a. Wild	42
b. F. Kohlrausch	43
c. Dorn	44
Andere Messungen	45
2. Webers Methode I (Erdinduktor), Wiedemann	46
3. Methode von Lorenz	47
Allgemeines	47
a. Lorenz	48
b. Rayleigh und Sidgwick	51
c. Rowland, Kimball, Duncan 1884, Rowland 1887	54
d. Duncan, Wilkes, Hutchinson	54
e. Jones	55

Seite

4. Methode von Kirchhoff 56
Allgemeines 56
a. Glazebrook, Dodds, Sargant 60
b. Mascart, de Nerville, Benoit 63
(zugleich Beobachtungen nach Webers Methode von denselben Verfassern)
c. Himstedt 68
d. Roiti 75
e. Rowland und Kimball 1878—1884 76

5. Webers Methode der rotirenden Rolle 77
Allgemeines 77
a. Rayleigh und Schuster 77
b. Rayleigh 79
c. Heinrich Weber 80

6. Methode von Lippmann, Wuilleumier 80

Zusammenfassung der Resultate 82
Tabelle III nach S. 82.

Die Untersuchungen von H. F. Weber 85

Schlussbemerkung 86

A.

Vorschläge

zu

gesetzlichen

Bestimmungen über elektrische Maafseinheiten

entworfen durch das

Curatorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Diese Vorschläge, welche vom Curatorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Sr. Excellenz dem Herrn Staatssecretär des Innern unterbreitet wurden, werden auf Anordnung desselben hierdurch veröffentlicht, damit die interessirten Kreise der Wissenschaft und Technik davon Kenntniſs nehmen, und ihre etwaigen Einwände an geeigneter Stelle geltend machen können.

Charlottenburg, Januar 1893.

Dr. v. Helmholtz,
Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Einleitung.

Bei der grofsen Ausdehnung, welche die industrielle Anwendung der Elektricität erlangt hat, und bei der Höhe der Geldsummen, welche für Lieferungen von elektrischen Strömen und elektrischen Apparaten contractlich ausbedungen und gezahlt werden, erscheint es nothwendig die Maafseinheiten gesetzlich festzustellen, welche der Beurtheilung elektrischer Arbeitsleistungen zu Grunde liegen. Bisher existiren gesetzliche Feststellungen solcher Maafse noch in keinem Lande, wohl aber sind Definitionen und Benennungen der Maafseinheiten auf dem 1881 in Paris abgehaltenen internationalen Elektrikercongrefs sowie auf der 1884 ebendahin berufenen Versammlung von Delegirten vieler Staaten vereinbart worden; man einigte sich weiter dahin, dafs die Französische Regierung ersucht werde, die Beschlüsse dieser Versammlung den Regierungen der vertretenen Staaten amtlich mitzutheilen und ihre internationale Annahme zu empfehlen. Obschon diese Vereinbarungen noch nirgends, nicht einmal in Frankreich, gesetzliche Anerkennung erlangt haben, so fanden sie doch in der wissenschaftlichen Terminologie und im industriellen Verkehr bereits ausgedehnte Anwendung.

Andererseits ist neuerdings für Grossbritannien ein hierher gehöriger Gesetzentwurf von dem *Board of Trade* ausgearbeitet worden, der voraussichtlich demnächst dem Parlament zur Genehmigung vorgelegt werden wird. Derselbe hält, abgesehen von kleinen Unterschieden in einzelnen Bestimmungen, die Anträge des Pariser Congresses von 1884 im Wesentlichen fest und giebt die für ihre praktische Anwendung noch erforderlichen Ausführungsbestimmungen. Da auch in Deutschland die gesetzliche Regelung dieser Angelegenheit als ein dringendes Bedürfnifs erscheint, so wurden die wissenschaftlichen Unterlagen zu einem Gesetzentwurf über elektrische Maafse in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt aufgestellt und von dem Curatorium derselben während der Sitzungsperioden im März und Dezember 1892 eingehend berathen. Die Festsetzungen, zu welchen man hierbei gelangte, sind weiter unten in der Fassung abgedruckt, wie sie aus den Berathungen des Curatoriums hervorgegangen sind; auch die Begründung dieser Vorschläge ist im Wesentlichen beibehalten und nur durch einige Zusätze, die sich auf das Verhältnifs zu dem Englischen Entwurf beziehen, vermehrt worden.

Mit dem erwähnten Englischen Gesetzentwurf, der damals eben bekannt geworden war, stimmen diese Festsetzungen zwar der Hauptsache nach überein, in einigen nicht unwichtigen Punkten jedoch gelangte man zu abweichenden Vorschlägen. Da aber eine internationale Regelung der ganzen Angelegenheit im höchsten Grade wünschenswerth erscheint, so fanden auf Anregung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im August 1892 in Edinburg gelegentlich der Versammlung der *British Association for the advancement of science* Verhandlungen in der Absicht statt, diese Differenzen zu beseitigen. Von Deutscher Seite nahmen

an diesen Berathungen Theil der Präsident der Reichsanstalt Herr Dr. von Helmholtz, sowie die Assistenten Dr. Lindeck und Dr. Kahle, von Englischer Seite das *Electrical Standards Committee* der *British Association*, welchem die namhaftesten Englischen Physiker und zwar fast ausschliefslich dieselben angehören, die auch die Sachverständigencommission der Englischen Regierung in der vorliegenden Angelegenheit bilden; ferner waren als Vertreter des *Board of Trade* Major Cardew sowie von Französischer Seite Dr. Guillaume, Mitglied des *Bureau International des Poids et Mesures*, und von Amerikanischer Professor Carhart (Universität Ann Arbor, Michigan) bei den Verhandlungen anwesend.

Die Deutschen Vorschläge zur Beseitigung der Differenzpunkte, von welchen später noch die Rede sein wird, wurden nach eingehender Berathung durchgängig angenommen und fanden namentlich auch die Zustimmung des Französischen Theilnehmers Herrn Dr. Guillaume. Auf Grund dieser Verhandlungen dürfte es nicht schwer sein, eine internationale Einigung zwischen den wichtigsten Culturstaaten auf diesem Gebiete herbeizuführen. Nach kürzlich hierher gelangten Mittheilungen wird die Englische Regierung es sich voraussichtlich angelegen sein lassen, die einleitenden Schritte hierzu zu unternehmen.

Die grundlegenden Definitionen der Pariser Congresse von 1881 und 1884, welche, wie schon hervorgehoben wurde, auch in den neueren Entwürfen unverändert beibehalten sind, haben ihre letzte Begründung in dem von Gauss vorgeschlagenen System absoluter magnetischer Maafsbestimmungen, welches sein Göttinger College Wilhelm Weber dann auf das sogenannte elektromagnetische Maafs elektrischer Ströme übertragen hat. In diesem elektromagnetischen Maafssystem werden die Bewegungswirkungen zwischen Strömen und Magneten zur Definition des elektrischen Widerstandes, der Stromstärke und der elektromotorischen Kraft bezw. der elektrischen Spannungs- oder Potentialdifferenz verwerthet. Gauss und Weber legten als Einheiten des absoluten Maafses das Millimeter, das Milligramm und die Secunde zu Grunde; später wurden das Centimeter und das Gramm bevorzugt. Da aber bei Anwendung dieser Maafse die gewöhnlich vorkommenden Beträge der Widerstände und Spannungen sich durch Zahlen darstellen, die bald vor, bald hinter dem Komma eine schwer übersehbare Anzahl von Ziffern oder Nullen enthalten, so wählte man auf den Pariser Congressen nach dem Vorgang der *British Association* für die Länge und Masse andere Einheiten des metrischen Systems. Man nahm nämlich:

1) als Längeneinheit $10^9\,cm$ (annähernd gleich der Länge des Erdmeridianquadranten,
2) als Masseneinheit $10^{-11}\,g$,
3) als Zeiteinheit, wie Gauss, die Secunde.

Die nach diesen Einheiten definirten elektromagnetischen Maafse des galvanischen Widerstandes, der Stromstärke und der elektromotorischen Kraft nannte man das *Ohm*, das *Amper* (an Deutsche Schreibweise angepasst) und das *Volt*.

In der That ist ein solches auf die mechanischen Leistungen des Stromes gegründetes Maafssystem für die wissenschaftlichen und technischen Berechnungen der elektrischen Arbeitsleistungen von anerkennenswerther Bequemlichkeit. Zumal da die betreffenden Namen schnell und allgemein angenommen worden sind, und ihre Werthe mit den früher gebräuchlichen Einheiten (dem Daniell-Element und der Siemens-Einheit) ungefähr übereinstimmen, erscheint ihre Beibehaltung auch für Deutschland durchaus zweckmäfsig.

Dagegen macht die praktische Herstellung dieser Maafseinheiten, wenn man

sie nach ihrer theoretischen Definition ausführen wollte, Schwierigkeiten. Eine absolute Messung physikalischer Gröfsen kann natürlich niemals mit einer gröfseren Genauigkeit erfolgen, als derjenigen, welche bei der Herstellung der Maafseinheit für die betreffende Gröfse erreicht worden ist; man wird daher die gröfste Sicherheit und Uebereinstimmung der Messungen verschiedener Beobachter nur dann erzielen können, wenn man zur Herstellung der Maafseinheiten diejenigen Methoden braucht, welche die genaueste Uebereinstimmung ermöglichen. Diesen Gründen, welche besonders die Deutschen Delegirten in den Pariser Berathungen des Jahres 1881 hervorgehoben hatten, wurde 1884 von dem amtlichen Congrefs auch theilweise nachgegeben. Man beschlofs deshalb das als Norm vorzuschlagende *legale Ohm* durch sein Verhältnifs zu der viel genauer bestimmbaren *Siemens'schen Quecksilbereinheit* (dem Widerstand einer Quecksilbersäule von 100 *cm* Länge und 1 *qmm* Querschnitt bei der Temperatur von 0 Grad) zu definiren und gleich 1,06 *Siemens-Einheit* zu setzen. Das genannte Verhältnifs schien nach den damals vorliegenden Versuchen der theoretischen Definition des Ohm am nächsten zu kommen und für technische Messungen vorläufig auszureichen. Obgleich die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen erprobter Experimentatoren damals noch bis zu $^1/_2$ % im Mehr oder Minder von dem Mittelwerthe 1,06 abwichen, glaubte man doch für die Bedürfnisse der Elektrotechnik mit dem genannten Mittelwerthe sich beruhigen zu können und nahm diesen definitiv für die gesuchte Maafseinheit an. Seit jener Zeit sind nun die Methoden für diese Bestimmungen sehr verbessert worden, und es ist damit auch das Bedürfnifs genauerer Messungen in der Elektrotechnik gestiegen; wir dürfen jetzt annehmen, dass dem theoretischen Ohm mit grofser Annäherung der Widerstand einer Quecksilbersäule von 1 *qmm* Querschnitt entspricht, deren Länge 106,3 *cm* beträgt. In dem Gesetzentwurf des *Board of Trade* wird dementsprechend diese Zahl 106,3 zu Grunde gelegt. Auf diesen Punkt wird noch näher eingegangen werden.

Die Stärke eines elektrischen Stromes lässt sich mit grofser Genauigkeit durch die Menge des von dem Strom in einer bestimmten Zeit elektrolytisch niedergeschlagenen Silbers bestimmen. Diese beträgt für 1 *Amper* in der Secunde nach F. und W. Kohlrausch 1,11826 *mg* nach Lord Rayleigh 1,11794 *mg*; vom *Board of Trade* wurde 1,118 *mg* angenommen. Dieser Werth kann mindestens bis auf 0,001 *mg* als sicher gelten.

Die beiden Festsetzungen über das *Ohm* und das *Amper* würden genügen, um auch das *Volt* nach dem Ohm'schen Gesetz festzustellen. Die elektrolytische Messung der Stromstärke durch den Silberniederschlag kann jedoch nur bei Strömen geschehen, die längere Zeit constant bleiben; sehr viel häufiger bietet sich aber die Aufgabe dar, kurz dauernde, constante oder langsam veränderliche Ströme zu messen. Da überdies die Genauigkeit der bisher construirten technischen Strom- und Spannungsmesser noch mancherlei zu wünschen übrig lässt, so scheint es räthlich, in einem Gesetzentwurf auch die Messung der Stromstärken durch constante Normalelemente zu berücksichtigen, weil diese für Elektriker sehr viel leichter ausführbare Methode in den meisten Fällen eine genügende Genauigkeit bietet.

In dem unten abgedruckten Entwurf sind die erwähnten theoretischen Definitionen der Grundeinheiten für die elektrischen Maafsbestimmungen weggelassen worden, weil man davon ausging, dafs sie nur in die Begründung der Wahl der Maafseinheiten gehören. Man hat sich damit begnügt, das *Ohm*, das *Amper* und das *Volt* als Einheiten der vorzugsweise in Betracht kommenden

elektrischen Maafsgrössen anzuerkennen. Ebenso wie die Maafs- und Gewichtsordnung die ursprüngliche Herleitung des Meter als zehnmillionsten Theils des Erdquadranten mit Recht nicht berücksichtigt, sich vielmehr darauf beschränkt hat, das Meter als Länge eines bestimmten Stabes zu erklären, sind hier strenge Definitionen nur für die praktische Herstellung der elektrischen Einheiten aufgenommen.

In den Verträgen über elektrische Anlagen finden sich neben den vorerwähnten drei Grundeinheiten häufig noch andere elektrische Maafsbezeichnungen, und es erscheint nöthig, soweit dieselben allgemeiner gebräuchlich sind, auch ihre Bedeutung gesetzlich festzustellen. Vor Allem gilt dies für die Arbeitsleistung eines elektrischen Stromes, weil häufig gerade diese den Preisansätzen in Verträgen zu Grunde liegt. Auch die Festlegung kurzer Bezeichnungen für die Elektricitätsmenge und die elektrische Capacität ist wichtig, weil sie im Verkehr Verwendung finden.

Endlich könnte noch in Frage kommen, ob nicht auch eine Grundlage für Angaben der Leuchtkraft elektrischer Lichter im Gesetz vorgesehen werden müsste. Der Pariser Congrefs vom Jahre 1884 hat allerdings den Vorschlag des französischen Physikers Violle auf Einführung einer Lichteinheit angenommen; auch hat im Jahre 1889 eine ebenfalls in Paris abgehaltene (nicht amtliche) Versammlung von Elektrikern nicht nur diese Violle'sche Einheit gut geheifsen, sondern auch den zwanzigsten Theil derselben unter dem Namen *bougie décimale* als praktische Einheit empfohlen. Gegen den Violle'schen Vorschlag sind aber schon früher mehrfache Bedenken laut geworden, deren Berechtigung Versuche der Reichsanstalt bestätigt haben; da zudem die bisherigen Veröffentlichungen Violle's keinen genügenden Anhalt dafür geben, welche Genauigkeit er bei seinen eigenen Arbeiten erreicht hat, so erscheint es fraglich, ob man auf dem von Violle vorgeschlagenen Wege zu einer brauchbaren Lichteinheit gelangen wird.

Uebrigens dürfte der Mangel einer gesetzlichen Festsetzung der Lichteinheit in der Elektrotechnik vorläufig noch nicht sehr schwer empfunden werden, weil es zur Zeit in der Regel nicht üblich ist, Licht als solches zu verkaufen. Bei elektrischen Lichtern erfolgt die Bezahlung des gelieferten Lichtes meist nicht nach der Leuchtkraft, sondern nach der elektrischen Arbeitsleistung, ebenso wie Preisansätze für Gaslicht ausschliefslich nach der Menge des verbrauchten Gases bemessen werden.

Der aus den Berathungen des Curatoriums der Reichsanstalt hervorgegangene Entwurf hat den folgenden Wortlaut:

Entwurf für gesetzliche Bestimmungen über die elektrischen Maafseinheiten.

§ 1.

Die Einheit des elektrischen Widerstandes ist das *Ohm*.

Die Einheit der elektrischen Stromstärke ist das *Amper*.

Die Einheit der elektromotorischen Kraft und der elektrischen Spannungs- oder Potentialdifferenz ist das *Volt*.

Diese Einheiten stehen in solchem Verhältnifs zu einander, dafs der Unterschied der elektrischen Spannungen an den Enden eines Leiters von 1 *Ohm* Widerstand, durch welchen ein unveränderlicher Strom von 1 *Amper* Stärke fliefst und in welchem stromerregende Kräfte nicht wirken, 1 *Volt* beträgt.

§ 2.

Als *Ohm* gilt der elektrische Widerstand einer Quecksilbersäule von der Temperatur des schmelzenden Eises, deren Länge bei durchweg gleichem Querschnitt 106,3 *cm* und deren Masse 14,452 *g* beträgt, was einem Quadratmillimeter Querschnitt der Säule gleich geachtet werden darf.

§ 3.

Als Urnormal des Widerstandes gilt der Widerstand der Quecksilberfüllung einer von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgewählten und aufzubewahrenden Glasröhre, dessen Werth in *Ohm* nach der Festsetzung von § 2 durch Calibrirung und Längenmessung der Röhre sowie Auswägung ihrer Quecksilberfüllung ermittelt ist und von Zeit zu Zeit in gleicher Weise controlirt wird.

Um die Auffindung etwaiger Veränderungen des Urnormals zu erleichtern und bei Beschädigung oder Verlust desselben einen sofortigen Ersatz zu ermöglichen, hat die Physikalisch-Technische Reichsanstalt eine beschränkte Anzahl von passenden Glasröhren auszuwählen, den Widerstand ihrer Quecksilberfüllungen durch Vergleichung mit dem Urnormal zu ermitteln und die Aufbewahrung der einzelnen Röhren an räumlich getrennten Orten zu sichern.

Als Hauptnormale für die amtliche Beglaubigung (§ 11) der in den Verkehr gelangenden Widerstände sind solche aus geeigneten Metallverbindungen zu verwenden, deren Widerstandswerth in *Ohm* durch Anschlufs an das Urnormal ermittelt und durch alljährlich wenigstens einmal zu wiederholende Vergleichungen mit demselben sicher gestellt wird.

§ 4.

Ein unveränderlicher Strom hat die Stärke von 1 *Amper*, wenn der Strom bei dem Durchgang durch eine wässerige Lösung von salpetersaurem Silber unter Einhaltung der für die Abscheidung günstigsten Bedingungen 0,001 118 Gramm Silber in einer Secunde mittlerer Sonnenzeit niederschlägt.

§ 5.

Um die Ermittelung der Stromstärken und Spannungsdifferenzen auch unter Zuhülfenahme galvanischer Normalelemente zu ermöglichen, hat die Physikalisch

Technische Reichsanstalt die elektromotorische Kraft solcher Elemente unter Zugrundelegung der Festsetzungen von § 2 und § 4 in *Volt* zu ermitteln und für die Ausgabe amtlich beglaubigter Normalelemente Sorge zu tragen.

§ 6.

Als Stärke eines Wechselstromes gilt die Quadratwurzel aus dem zeitlichen Mittelwerth der Quadrate der momentanen Stromstärken.

Als elektromotorische Kraft bezw. Spannungsdifferenz eines Wechselstromes gilt die Quadratwurzel aus dem zeitlichen Mittelwerth der Quadrate der momentanen elektromotorischen Kräfte bezw. Spannungsdifferenzen.

§ 7.

Die in der Secunde geleistete Arbeit eines elektrischen Stromes von 1 *Amper* Stärke in einem Leiter, an dessen Enden ein Spannungsunterschied von 1 *Volt* besteht, heifst das *Watt* oder das *Volt-Amper*.

Als die in der Secunde geleistete Arbeit eines Wechselstromes gilt dabei entsprechend den Festsetzungen in § 6 der zeitliche Mittelwerth aus den momentanen Arbeitsleistungen.

§ 8.

Die Elektricitätsmenge, welche gleich derjenigen ist, die in einer Secunde bei einem unveränderlichen Strom von 1 *Amper* Stärke durch den Querschnitt eines Leiters fliefst, heifst das *Coulomb*.

§ 9.

Die elektrische Capacität eines Condensators, welcher durch die Elektricitätsmenge von 1 *Coulomb* auf die Spannungsdifferenz von 1 *Volt* geladen wird, heifst das *Farad*.

§ 10.

Das Millionfache einer Einheit wird durch Vorsetzen von *Mega* oder *Meg* vor den Namen derselben bezeichnet, das Tausendfache durch Vorsetzen von *Kilo*, der tausendste Theil durch Vorsetzen von *Milli*, der millionste Theil durch Vorsetzen von *Mikro* oder *Mikr*.

§ 11.

Die amtliche Prüfung und Beglaubigung elektrischer Mefsgeräthe erfolgt durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt und durch andere von dem Bundesrath zu bestimmende Stellen. Die letzteren haben alle für die Ausführung erforderlichen Normale und Normalapparate durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt zu beziehen.

Diese Behörde hat darüber zu wachen, dafs im gesammten Reiche die amtliche Prüfung und Beglaubigung elektrischer Mefsgeräthe nach übereinstimmenden Regeln gehandhabt wird. Auch hat sie die näheren Vorschriften über das Material, die Gestalt, die sonstige Beschaffenheit und die Bezeichnung der amtlich zu beglaubigenden Mefsgeräthe, über die von denselben einzuhaltenden Fehlergrenzen sowie über die zu erhebenden Gebühren zu erlassen.

Begründung einzelner Bestimmungen.

Zu § 2.

Der Pariser Congrefs vom Jahre 1884 hat als *legales Ohm*, wie schon vorher erwähnt wurde, den Widerstand einer Quecksilbersäule von 1 *qmm* Querschnitt und 106 *cm* Länge bei 0° festgesetzt, während man sich in England für die Länge 106,3 *cm* entschieden hat. Um über die wahrscheinlichste Beziehung des *theoretischen Ohm* zur *Siemens-Einheit* möglichste Klarheit zu schaffen, hat die Reichsantalt von den deutschen Physikern, welche sich vornehmlich mit hierher gehörigen Arbeiten beschäftigt haben, Gutachten erbeten, nämlich den Herren Professor Dr. Dorn in Halle, Professor Dr. Himstedt in Giefsen, Professor Dr. F. Kohlrausch in Strafsburg und Geheimer Hofrath Professor Dr. G. Wiedemann in Leipzig. Der erstgenannte Gelehrte war in dankenswerther Weise bereit, seine schon vorher begonnenen kritischen Studien der früheren Ohmbestimmungen bedeutend zu erweitern; die so entstandene ausführliche Arbeit, welche dieser Denkschrift beigegeben ist, liefert als Hauptresultat, dafs die Länge von 106,28 *cm* der Wahrheit jedenfalls sehr nahe kommt. Die kürzeren Gutachten der drei anderen Physiker kommen im Wesentlichen zu demselben Ergebnifs.

Bei Aufstellung des vorstehenden Entwurfs lag also die Frage vor, ob man bei der Pariser Festsetzung bleiben, ob man etwa den aus dem Dorn'schen Gutachten sich ergebenden Werth von 106,28 *cm* wählen, oder ob man schliefslich, dem Beispiel des Englischen Entwurfes folgend, sich für 106,3 *cm* entscheiden sollte. Für die Wahl des letzten Werthes waren die nachstehenden Erwägungen maafsgebend.

Es wird kein Zweifel mehr darüber sein können, dafs der in Paris im Jahre 1884 angenommene Werth um etwa 0,3 % zu klein ist; für seine Beibehaltung in einem jetzt zu erlassenden Gesetze könnten also nur Zweckmäfsigkeitsgründe entscheiden. Rücksichten politischer Natur kommen nicht in Betracht, da die Beschlüsse der Pariser Conferenz, wie schon erwähnt wurde, noch nirgends gesetzliche Kraft erlangt haben. Wäre allerdings das legale Ohm schon in umfassender Weise in die Praxis eingeführt, so müfste man vielleicht trotzdem an den Pariser Beschlüssen festhalten; es steht aber fest, dass es in keinem Land durchgängig anerkannt ist. In Deutschland benutzt die Reichspostverwaltung noch in ausgedehntem Maafse die Siemens'sche Quecksilbereinheit; in England ist vorwiegend die sogenannte *British Association*-Einheit im Gebrauch. Die Normale für diese Einheit, welche eine Verkörperung des theoretischen Ohm sein sollten, wurden in den Jahren 1863 und 1864 von einem Comitee der *British Association* aus Draht von verschiedenen Legirungen edler Metalle construirt, sie sind aber, wie sich später herausstellte, um etwa 1,3 % zu klein ausgefallen, und einige derselben haben sich nicht als unveränderlich erwiesen. Neben dieser Einheit legt man in England auch das *legale Ohm* und neuerdings das in dem Entwurf des *Board of Trade* vorgeschlagene *Ohm* (106,3 *cm*) bei elektrischen Widerstandsmessungen zu Grunde; ähnliche Verhältnisse herrschen in Amerika. Aber selbst in Frankreich hat sich die Festsetzung der Pariser Conferenz nicht einbürgern können, indem auch dort noch von den Technikern die *British Association*-Einheit häufig benutzt wird.

Dazu kommt, dafs erst in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte in der Construction der in der Technik fast ausschliefslich gebrauchten Drahtwiderstände gemacht worden sind. Die früher vielfach verwandten Neusilberlegirungen

hatten die Eigenthümlichkeit, ihren Widerstand fortdauernd zu erhöhen, so dafs viele der als Copien des legalen Ohm vor einigen Jahren ausgegebenen Normale jetzt dem durch 106,3 *cm* dargestellten Ohm wohl näher sein werden, als der älteren Zahl, besonders da in der Technik auch manche auf legale Ohm bezogene Widerstände im Gebrauch sind, denen Normale von etwas zu hohem Werth zu Grunde liegen, die also ungefähr um denselben Betrag falsch sind, um den es sich beim Uebergang vom legalen zu dem im Entwurf vorgeschlagenen Ohm handeln würde.

Die von der Reichsanstalt in den letzten Jahren ausgegebenen Widerstände nach Vielfachen und Bruchtheilen des legalen Ohm, die gegenüber den früheren Constructionen eine erheblich gröfsere zeitliche Constanz aufweisen, werden auch nach Einführung eines neuen Ohm unter Anbringung einer rechnerischen Correction Verwendung finden können. Eine internationale Verbreitung kann nach den obigen Ausführungen zu Gunsten der Beibehaltung des *legalen Ohm* nicht geltend gemacht werden. Die Verhältnisse würden, auch wenn England nicht von den Festsetzungen des Pariser Congresses von 1884 abgegangen wäre, in Zukunft wohl kaum andere geworden sein. Es ist aber zu erwarten, dafs durch Einführung eines neuen Ohm, das die Absichten des Pariser Congresses in höherem Grade verwirklicht, als es damals nach dem Stande der Wissenschaft geschehen konnte, die jetzt bestehende Verwirrung beseitigt werden wird. In den wissenschaftlichen Kreisen Frankreichs scheint man ebenfalls dieser Ansicht zu sein, wie aus einem Artikel hervorgeht, den der Französische Theilnehmer an den oben erwähnten Verhandlungen in Edinburg, Herr Dr. Guillaume, kürzlich über diesen Gegenstand veröffentlicht hat. Die Beibehaltung des legalen Ohm in einem jetzt erst zu erlassenden Gesetze wäre somit nicht zu empfehlen.

Dem Mittelwerth 106,28 gegenüber ist zu bemerken, dafs vertrauenswerthe Bestimmungen noch zwischen 106,23 und 106,32 schwanken und dafs zwei Fehlerquellen gefunden worden sind, die bei der Mehrzahl der bisherigen Untersuchungen nicht berücksichtigt wurden, und es wahrscheinlich machen, dafs die richtige Zahl um ein wenig höher ist, als das Mittel der bisherigen besten Untersuchungen. Die eine dieser Fehlerquellen ist schon von Dorn angezeigt worden, und bei den Untersuchungen in der Abtheilung I der Reichsanstalt als thatsächlich wirksam nachgewiesen worden; es ist die durch den Strom in dem Quecksilberfaden entwickelte Wärme, welche nicht augenblicklich durch die dicke Wand der einschliefsenden Glasröhre abgeleitet wird. Die zweite beruht darauf, dafs an der Wand der Glasröhre eine schwer zu beseitigende Luftschicht haftet, welche bewirkt, dafs der Durchmesser der leitenden Quecksilbersäule etwas kleiner ist, als der des Lumens der Röhre. Beide Fehler wirken darauf hin, dafs der wahrscheinlichste Werth etwas oberhalb des Mittelwerthes der Dorn'schen Zusammenstellung liegt, also in dem Sinne davon abweicht, wie der englische Normalwerth.

Da nach den vorstehenden Ausführungen das *theoretische Ohm* durch den Widerstand einer Quecksilbersäule dargestellt wird, deren Länge aller Wahrscheinlichkeit nach von dem Werth 106,30 höchstens um wenige Einheiten der letzten Decimale abweicht, und da dieser geringfügige Unterschied für die Technik voraussichtlich niemals von Bedeutung werden kann, so wurde, bei der Wichtigkeit der Uebereinstimmung mit den Englischen Festsetzungen, der Werth 106,3 auch in dem obigen Entwurf vorgesehen.

Die Definition des praktischen Ohm hat gegenüber den Pariser Beschlüssen des Jahres 1884 sowie den Englischen Vorschlägen noch eine formelle Abänderung

erfahren. Man hat das Ohm bisher als den Widerstand einer Quecksilbersäule von bestimmter Länge und bestimmtem Querschnitt definirt, während hier die Vorschrift über den Querschnitt durch eine solche über die Masse der Quecksilbersäule ersetzt ist. Bei der Herstellung von Quecksilberwiderständen nach der älteren Anweisung kommt nämlich der Umstand in Betracht, dafs man nicht im Stande ist den Querschnitt der Glasröhre, welche die Quecksilbersäule erfüllt, durch Linearmessungen zu ermitteln und derselbe auch nicht genau mit dem Querschnitt des Quecksilberfadens zusammenfällt. Man ist deshalb genöthigt, die Masse der Quecksilberfüllung in Gramm durch Wägung zu bestimmen und hierauf aus der gemessenen Länge der Säule, aus jenem Gewicht und aus der Dichte des Quecksilbers den Querschnitt abzuleiten. Hierbei greift man auf die dem metrischen Maafs- und Gewichtssystem ursprünglich zu Grunde liegende Beziehung zwischen Längen- und Masseneinheit zurück. Diese Beziehung ist aber nur mit einer Genauigkeit von höchstens 0,01 pCt. bekannt und die daraus folgende Unsicherheit geht in die Bestimmung des Ohm ein, so lange für dieselbe die Ermittelung des Querschnittes der Quecksilbersäule erfordert wird. Dagegen bleibt die Unsicherheit bei der im Entwurf gewählten Definition aufser Betracht, weil man dort die Masse selbst zu Grunde legt und nicht nur, wie es sonst geschieht, als Mittel zur Berechnung des Querschnittes benutzt.

Die in dem Entwurf gegebene Vorschrift bezweckt also in der That nichts Anderes, als das Widerstandsmaafs so genau, wie es zur Zeit mit den besten Hilfsmitteln möglich ist, der ursprünglich von W. von Siemens gegebenen Definition entsprechend auf eine Quecksilbersäule von 1 Quadratmillimeter Querschnitt zu beziehen.

Für die Berechnung der Masse des Quecksilbers wurde das specifische Gewicht desselben bei 0° auf Grund der besten hierfür vorliegenden Bestimmungen zu 13,5956 angenommen.

Der schon wiederholt erwähnte Entwurf des *Board of Trade* hatte allerdings das Ohm zu 1,063 Siemens-Einheiten definirt, es war aber in demselben die Construction von Quecksilberwiderständen nicht vorgesehen; alle in den Verkehr gebrachten Widerstände sollten in letzter Linie durch Vergleichung mit den Normalen der *British Association* verificirt werden, indem man dabei das Mittel der Werthe, die für den specifischen Widerstand des Quecksilbers in *British Association*-Einheiten erhalten worden sind, zu Grunde legen wollte. Da aber Drahtwiderstände unter Umständen schwer controlirbaren zeitlichen Veränderungen unterworfen sind, so lag die Gefahr nahe, dafs im Laufe längerer Zeiträume die Widerstandseinheit sich ändern könnte. Diese Gesichtspunkte wurden bei den im Eingang erwähnten Verhandlungen in Edinburg von Herrn von Helmholtz zur Sprache gebracht.

Das *Electrical Standards Committee* der *British Association* nahm, indem es die Richtigkeit der Deutschen Vorschläge anerkannte, die folgenden Resolutionen an, die sich inhaltlich mit den Bestimmungen der Paragraphen 2 und 3 des vorstehenden Entwurfs vollkommen decken:

1. *That the resistance of a specified column of mercury be adopted as the practical unit of resistance.*
2. *That 14 · 4521 grammes of mercury in the form of a column of uniform cross-section, 106 · 3 cm in length at 0° C be the specified column.*
3. *That standards in mercury or solid metal having the same resistance as this column be made and deposited as standards of resistance for industrial purposes.*

4. *That such standards be periodically compared with each other and also that their values be redetermined at intervals in terms of a freshly set up column of mercury.*

Auf Grund der in Edinburg stattgehabten Verhandlungen trat im November 1892 die Sachverständigen-Commission der Englischen Regierung nochmals zu Berathungen zusammen. Die in dem ersten Englischen Entwurf enthaltenen Bestimmungen, die sich auf die Festlegung der Widerstandseinheit beziehen, wurden im Sinne der vorstehenden Resolutionen abgeändert, so dafs nun nicht mehr die *British Association*-Einheit, sondern der Widerstand einer bestimmten Quecksilbersäule die wirkliche Grundlage aller Widerstandsmessungen bildet. In dieser Fassung wird der Englische Entwurf ohne Zweifel schon in der nächsten Zeit gesetzliche Kraft erlangen; damit wäre dann der Sache nach zwischen dem Englischen und dem oben mitgetheilten Deutschen Entwurf Uebereinstimmung erzielt.

Zu § 3.

Die Einheiten der Länge und der Masse sind bekanntlich durch den Abstand der Endstriche auf einem Platiniridiumstab bezw. die Masse eines Platiniridiumcylinders gegeben, so dafs diese Platinstücke die Definition der Einheit gleichzeitig verkörpern. Bei dem Widerstand mufs man auf eine Verkörperung der Einheit überhaupt verzichten, weil die Herstellung einer Quecksilbersäule von genau vorgeschriebenen Abmessungen mit hinreichender Sicherheit nicht ausführbar ist. Man mufs sich darauf beschränken, eine Glasröhre auszusuchen, deren Quecksilberfüllung einen elektrischen Widerstand von ungefähr 1 Ohm hat, und mufs den genauen Werth dieses Widerstandes in Ohm durch das in § 3 vorgeschriebene Verfahren sorgfältig ermitteln. Dieser Widerstand gilt dann insofern als Urnormal, als die seinem ziffernmäfsigen Werthe zu Grunde liegende Einheit als Ohm im Sinne dieses Gesetzes angesehen wird. Da jedoch bei allen Glasröhren geringe Veränderungen des Volumens im Laufe der Jahre nicht ausgeschlossen sind, auch wenn die Röhren aus den besten Glassorten gezogen und mit allen Vorsichtsmaafsregeln gekühlt wurden, so bedarf es einer fortgesetzten Beobachtung dieses Urnormals des Widerstandes. Seine Controlirung wird sich aber in der Regel ohne Wiederholung der sehr umfangreichen Arbeiten für Calibrirung durch Längenmessung und Auswägung bewirken lassen. Die Controle wird erleichtert, wenn man eine Anzahl von Röhren vorräthig hat, die aus Glas verschiedenen Ursprungs und verschiedenen Alters gefertigt und mit gleicher Sorgfalt wie das Urnormal ausgemessen sind. Diese Röhren ermöglichen zugleich bei etwaiger Beschädigung des Urnormals, wie sie bei dem zerbrechlichen Material, an das dieses gebunden ist, immerhin vorkommen können, dasselbe sofort zu ersetzen, ohne dafs die zu Grunde liegende Einheit eine Aenderung erfährt; ihre Aufbewahrung an räumlich getrennten Orten wird den Ersatz des Urnormals auch bei Verlust desselben durch Naturereignisse, Feuersbrunst und dergleichen sichern.

Im Hinblick auf die Zerbrechlichkeit der Glasröhren sollen als Normale für Beglaubigungszwecke ausschliefslich Drahtwiderstände Verwendung finden, welche zudem auf Vielfache und Bruchtheile des Ohm sich genau abgleichen lassen.

Zu § 4.

Ueber das Voltameter, welches zur Anstellung des hier vorgeschriebenen Normalversuchs nöthig ist, und über das Verfahren bei seinem Gebrauch wird die Reichsanstalt eine besondere Bekanntmachung veröffentlichen. Es erschien nicht zweckmäfsig, diese Anweisung etwa, wie es in England geschehen ist, als Anlage

dem Gesetz selbst beizufügen, weil dieselbe noch immer weiterer Verbesserungen fähig ist und es der Reichsanstalt überlassen bleiben kann, dem Fortschritt der wissenschaftlichen Forschung entsprechend, für Ergänzung der Bekanntmachung Sorge zu tragen. Letztere hat alles Nähere sowohl über die Abmessungen der einzelnen Theile des Silbervoltameters als über die Concentration der Lösung zu enthalten.

Zu § 5.

Bis jetzt hat die Reichsanstalt nur Clarkelemente hergestellt und die elektromotorische Kraft derselben bis auf 0,001 Volt ermittelt. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dafs in der Folge auch andere Normalelemente zur Beglaubigung zugelassen werden können.

Zu § 6.

Die Aufnahme dieser Bestimmungen in das Gesetz ist nöthig, um auch für den Verkehr mit Wechselströmen eine gesetzliche Grundlage zu schaffen.

Unter dem zeitlichen Mittelwerth einer periodisch veränderlichen Gröfse (wie der hier erwähnten Quadrate der Stromstärken und elektromotorischen Kräfte) wird der Mittelwerth aller derjenigen Werthe dieser Gröfse verstanden, die in hinreichend kleinen, gleich langen Zeitintervallen während der Dauer einer Periode eintreten.

Zu § 9.

Die Ausgabe von beglaubigten Normalen zur Messung der elektrischen Capacität ist nicht unbedingt erforderlich, weil solche Messungen auf die drei Grundeinheiten zurückgeführt werden können. Zudem liegen über die Herstellung von Normal-Condensatoren für technischen Gebrauch genügende Erfahrungen noch nicht vor.

Obwohl als Einheit der Capacität hier das *Farad* erscheint, so kommen doch so grofse Capacitäten in der Technik nicht vor, nur solche in *Mikrofarad* (vergl. zu § 10) sind gebräuchlich. Jedoch konnte das *Farad* wegen des Anschlusses an die anderen Einheiten hier nicht wegbleiben.

Zu § 10.

Gröfsere Verbreitung in der Technik haben zur Zeit vorzugsweise die nachfolgenden Bezeichnungen für Vielfache und Bruchtheile der elektrischen Einheiten erlangt:

1) das *Megohm* und das *Mikrohm*,
2) das *Milliamper*,
3) das *Kilowatt*,
4) das *Mikrofarad*.

Zu § 11.

Bei dem Umfange, welchen die amtliche Prüfung und Beglaubigung elektrischer Mefsgeräthe in der Zukunft annehmen dürfte, versteht es sich von selbst, dafs die Berechtigung zu ihrer Ausführung auf eine Anzahl über das ganze Reich vertheilte Stellen ausgedehnt werden mufs. Um aber die Einheitlichkeit in der Ausführung zu wahren, soll die Reichsanstalt mit der Aufstellung der bezüglichen Vorschriften betraut werden.

Die hier aufgestellten Vorschläge beschränken sich auf die nothwendigen technischen Vorschriften und lassen die noch nothwendigen juristischen Bestimmungen unerledigt.

Ein Gesetz über die elektrischen Maafseinheiten müsste jedenfalls aufser den Bestimmungen des obigen Entwurfs noch eine andere enthalten, welche die Werthe der den Gegenstand rechtsverbindlicher Verträge bildenden elektrischen Maafseinheiten für gleichbedeutend mit den gesetzlich definirten Werthen der letzteren erklärt, sofern nicht ausdrücklich eine andere Bedeutung der die Maafseinheiten bezeichnenden Benennungen contractlich festgestellt ist.

B.

Ueber den wahrscheinlichen Werth des Ohm nach den bisherigen Messungen

von

Dr. E. Dorn,
Professor an der Universität Halle a. S.

Obwohl sich insbesondere im verflossenen Jahrzehnt viele und hervorragende Physiker mit dem Problem der absoluten Widerstandsmessung beschäftigt haben, so gehen doch die erhaltenen Werthe für die das *Ohm* darstellende Quecksilbersäule (von 1 *qmm* Querschnitt bei 0°) ziemlich weit auseinander.

Inzwischen hat sich das allgemeine Interesse wieder mehr andern Gebieten zugewandt, und es ergiebt sich daher naturgemäss die Aufgabe, das umfassende Material kritisch zu sichten, um den wahrscheinlichsten Werth des *Ohm* auf Grund der bisherigen Bestimmungen zu ermitteln und so zu einem gewissen Abschlusse zu gelangen.

Die unmittelbare Veranlassung für mich, dieser Aufgabe mich zu unterziehen, war eine am Beginn dieses Jahres an mich gerichtete Aufforderung Sr. Excellenz von Helmholtz, mich darüber zu äussern, welchen Werth des *Ohm* ich für den wahrscheinlichsten hielte. Ich erklärte mich bereit, meine schon früher begonnenen Studien über diesen Gegenstand zu erweitern und das Ergebniss vorzulegen. Ende Juli konnte ich das Manuskript Herrn von Helmholtz übersenden. Seitdem hat dasselbe stellenweise eine Umarbeitung erfahren, zu der insbesondere die genauere Bestimmung des Temperaturkoeffizienten für den spezifischen Widerstand des Quecksilbers durch Guillaume und die Abtheilung I. der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt nöthigte.

Zur Sache möchte ich bemerken, dass ich die Schwierigkeiten einer Kritik derartiger feiner und umfangreicher Untersuchungen, wie die absoluten Widerstandsmessungen, nicht unterschätze, insbesondere, da selbstverständlich die Besichtigung der Apparate sämmtlicher Autoren ausgeschlossen ist.

Indessen muss einmal ein Versuch in dieser Richtung gemacht werden; die Erhebung von Einwänden in bestimmter Form giebt die beste Gelegenheit zu einer Diskussion, welche entweder zur Entkräftung des Bedenkens oder zur Berichtigung des Irrthums führt.

Wo irgend möglich, habe ich mich nicht damit begnügt, das Vorhandensein von Fehlerquellen und den Sinn ihres Einflusses auf das Resultat anzugeben, sondern habe mich bemüht, den Betrag desselben numerisch festzustellen.

Dass ich bestrebt gewesen bin, die Grenzen einer sachlichen Kritik nicht zu überschreiten, brauche ich wohl kaum ausdrücklich zu versichern.

Ich habe noch mit Dank der Unterstützung zu gedenken, welche mir von verschiedenen Seiten bei meiner Arbeit zu Theil geworden ist.

Herr von Helmholtz und Herr Direktor Löwenherz haben mir die Benutzung unveröffentlichter Untersuchungen in beiden Abtheilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gestattet; viele Physiker, an welche ich mich brieflich um Aufklärung über gewisse Punkte ihrer Arbeiten wandte, haben mir in zuvorkommendster Weise Auskunft ertheilt.

Halle, 16. Oktober 1892.

Dr. E. Dorn.

Nach den Beschlüssen des elektrischen Kongresses vom Jahre 1881 soll die Länge derjenigen Quecksilbersäule von 1 *qmm* Querschnitt aufgesucht werden, welche bei der Temperatur von 0° einen elektrischen Widerstand von 1 $Ohm = 10^9\ cm\ sec^{-1}$ besitzt.

Die thatsächliche Durchführung dieser Aufgabe setzt sich daher zusammen aus I. der Herstellung von Quecksilbernormalwiderständen, deren Werth in $m / mm^2\ Hg\ 0°$ bekannt ist (bezw. Kopien von solchen), II. der Bestimmung ihres Widerstandes in absolutem elektromagnetischem Maasse.

I. Herstellung von Quecksilberwiderständen.

Bevor auf die Besprechung der wichtigsten Arbeiten über diesen Gegenstand eingegangen wird, mögen einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt werden.

Die Berechnung des Widerstandes einer mit *Hg* von 0° gefüllten Röhre geschieht nach der Formel[1])

$$W_0 = \frac{\sigma_0\, C\,[L_0 + a\,(r_1 + r_2)]}{\left(\frac{M_0}{L_0\, D_0}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

Hierin ist:

σ_0 der spezifische Widerstand des *Hg*,

C ein von den Kaliberverhältnissen der Röhre abhängiger Faktor, der wenig grösser als 1 ist[2]),

L_0 die Länge der Röhre bei 0°,

r_1 und r_2 die Radien der Endquerschnitte,

a der sog. „Ausbreitungskoeffizient“,

M_0 die Masse des von der Röhre bei 0° gefassten *Hg*,

D_0 die Dichte des *Hg* für 0°.

Sind die Längen in *cm*, die Massen in *g* gegeben, so hat man $\sigma_0 = 10^4$ zu setzen, um den Widerstand der Röhre in $m / mm^2\ Hg\ 0°$ zu erhalten.

Der Nenner $M_0 / (L_0\, D_0)$ steht für den mittleren Querschnitt der Röhre; bezeichnet also β den linearen Ausdehnungskoeffizienten des Glases, so ist der Widerstand derselben Röhre bei $t°$:

$$W_t = W_0 \frac{\sigma_t}{\sigma_0}\,(1 - \beta\, t) = W_0 \frac{\sigma'_t}{\sigma_0} \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

$\sigma_t\,(1 - \beta t)$ nennt man den „scheinbaren“ oder „praktischen“ spezifischen Widerstand des *Hg* für $t°$.

1. Kalibrirung und Berechnung von *C*.

Zum Zwecke der Kalibrirung hat man in der Regel einen Quecksilberfaden von 4—5 *cm* Länge in die Röhre gebracht und seine Länge an äquidistanten Stellen gemessen, wodurch man ein relatives Maass des mittleren Querschnittes

---

[1]) S. z. B. Strecker, *Wied. Ann.* **25.** *S. 260.* (*1885.*)

[2]) S. z. B. Strecker, *Wied. Ann.* **25.** *S. 259.* (*1885.*)

des von dem Faden eingenommenen Röhrenstückes erhält. Die Kalibrirung mit mehreren Fäden[1]) konstanter Längendifferenz kommt auf dasselbe hinaus.

Für die Berechnung des Widerstandes hat man die Röhre entweder aus Kegelstumpfen[2]) oder aus Zylindern[3]) zusammengesetzt gedacht. Die erstere Annahme, welche der Wahrheit jedenfalls näher kommt, führt auf ein grösseres C, doch ist in Folge der sorgfältigen Auswahl der Röhren für die neueren Arbeiten der Unterschied ohne Belang. Ich habe für die am wenigsten kalibrischen Röhren von Mascart, de Nerville und Benoît (No. I)[4]) und von Glazebrook und Fitzpatrick (No. VIII)[5]) das Verhältniss der unter beiden Annahmen berechneten $C = 1{,}000007 : 1$ und $1{,}000003 : 1$ gefunden.

Führt man die Kalibrirung mit Fäden von verschiedener Länge (z. B. 5 *cm* und 10 *cm*) aus, so erhält man für kürzere Fäden C etwas grösser, und es könnte fraglich erscheinen, ob eine Fadenlänge von 4—5 *cm*, unter die man aus andern Gründen nicht gut hinabgehen kann, schon genügend kurz ist. Nach vergleichenden Versuchen von Mascart, de Nerville und Benoît[6]), Glazebrook und Fitzpatrick[7]) und Lindeck[8]) scheint dies der Fall zu sein.

2. Messung der Rohrlänge.

Die Enden der Röhren wurden entweder plan (Glazebrook und Fitzpatrick, Siemens[9]), Lindeck) oder leicht convex geschliffen (Rayleigh[10]), Mascart, de Nerville und Benoît, Strecker); Passavant wählte eine konische Form um die Längenmessung in der Nähe des Lumens vornehmen zu können. Für die von allen Autoren durchgeführte Beziehung der Länge auf einen verifizirten Maassstab besteht dieselbe Schwierigkeit, wie für die Vergleichung eines Endmaasses mit einem Strichmaass, doch kann man die Rohrlängen bis auf 0,05—0,02 *mm*, also auf $^1/_{20000}$—$^1/_{50000}$ des Ganzen, genau bestimmt annehmen.

Für die Längenmessung wesentlich ist die Beseitigung bezw. Berücksichtigung einer etwa vorhandenen Krümmung der Röhre. Ein Kreisbogen, welcher über einer Sehne von 1 *m* Länge sich bis 1 *cm* erhebt, ist etwa $^1/_{15000}$ länger als die Sehne; da in Formel 1) L quadratisch vorkommt, so würde W um $^1/_{7500}$ zu klein ausfallen.

In einigen Arbeiten (Rayleigh, Glazebrook und Fitzpatrick) habe ich keine hierauf bezügliche Bemerkung gefunden, woraus freilich noch nicht zu schliessen ist, dass die Verfasser diesen Umstand übersehen haben.

3. Ausbreitungswiderstand.

Münden die Enden des Rohres in weite Gefässe, so ist für die Berechnung des Widerstandes die Rohrlänge zu vergrössern um $a\,(r_1 + r_2)$ (S. Formel 1). Nach Maxwell[11]) ist $0{,}785 < a < 0{,}849$; nach Rayleigh[12]) $a < 0{,}8242$.

---

[1]) Mascart, de Nerville, Benoît, *Résumé d'expériences sur la déterm. de l'ohm.* (*1884.*) Passavant, *Wied. Ann.* **40.** *S. 505.* (*1890.*)

[2]) Siemens, *Pogg. Ann.* **110.** *S. 1.* (*1860.*) Strecker a. a. O. Lindeck, *Zeitschr. f. Instrum. Mai 1891.*

[3]) Mascart, de Nerville, Benoit a. a. O. Glazebrook and Fitzpatrick, *Phil. Trans. Vol. 179. S. 351.* (*1888.*)

[4]) a. a. O. S. 45. — [5]) a. a. O. S. 361. — [6]) a. a. O. S. 48. — [7]) a. a. O. S. 362. — [8]) a. a. O. S. 176.

[9]) *Réproduction de l'unité etc.*

[10]) Rayleigh, *Phil. Trans. Vol. 174. S. 173.* (*1883.*)

[11]) Maxwell, *El. and Magnet. I. § 309.*

[12]) Rayleigh, *London Math. Soc. Proc. 7. S. 74.* (*1875—76.*)

Empirisch findet[1])

Benoît	0,794
Kohlrausch . . .	0,789
Shrader	0,804 0,805

Hieraus geht hervor, dass der Werth 0,80 (benutzt von Strecker, Kohlrausch, Siemens seit 1885) dem grösseren 0,82 (Rayleigh, Glazebrook u. Fitzpatrick, Benoît, Passavant, Lindeck, Salvioni) vorzuziehen ist. Auch die Beobachtungen von Glazebrook und Fitzpatrick[2]) stimmen besser mit 0,80. Der mit $a = 0,82$ berechnete Widerstand wäre hiernach im Verhältniss $1 + 0,04\, r/L$ zu gross.

Die von Lorenz[3]) empirisch gegebene Formel $a = 0,82 - 0,35\, d_i/d_a$ (d_i und d_a innerer und äusserer Durchmesser der Röhre) bezieht sich auf eine sonst von keinem Beobachter benutzte Versuchsanordnung.

4. Wägung des vom Rohre gefassten *Hg*.

Die hierfür benutzten Methoden sondern sich in zwei Gruppen: man hat entweder die Füllung der ganzen Röhre (Strecker-Kohlrausch, Siemens 1882, Passavant, Lindeck, Salvioni) oder nur einen nahe bis an die Enden reichenden Quecksilberfaden von gemessener Länge (Rayleigh, Benoît, Glazebrook und Fitzpatrick, Lorenz) gewogen. Bei dem ersten Verfahren ist das Rohr mit seinen Ansätzen versehen und kann also in ein Wasserbad oder in Eis gesetzt werden. Der Verschluss erfolgt durch Andrücken eines ebenen Plättchens von Stahl oder Glas mit Hülfe einer geeigneten Feder oder Verschraubung.[4]) Die Temperatur des Hg ist sicher messbar, und die lästigen und z. Th. unsicheren Reduktionen wegen der Form des Quecksilbermeniskus und des nicht erfüllten Röhrenstückes fallen fort. Dass in Folge der Kapillarwirkung an den Rändern Hohlräume entstehen, ist meines Erachtens nicht zu befürchten, da der Abschluss unter Quecksilber, also ohne Luftzutritt erfolgt.

Wird die Röhre nur partiell gefüllt, so ist man, um die Länge des Quecksilberfadens messen zu können, genöthigt, die Röhre auf eine Unterlage zu legen. Daneben befindliche Thermometer (Rayleigh, Glazebrook und Fitzpatrick) geben die Temperatur des Quecksilberfadens nicht mit voller Sicherheit; und ein Irrthum um 1° würde das Resultat um 0,00017 seines Werthes beeinflussen. Mascart, de Nerville, Benoît bedeckten daher die auf den „Kalibrirapparat" gelegte Röhre mit geschabtem Eis, das nur zum Ablesen soweit wie nöthig entfernt wurde. Auch hier bleibt über die Temperatur ein gewisser Zweifel.

Die Korrektion wegen des Quecksilbermeniskus lässt sich bei engeren Röhren mit ziemlicher Sicherheit anbringen, wenn man auch die Höhe des Meniskus misst[5]) (Mascart, de Nerville, Benoît, Glazebrook und Fitzpatrick); Rayleigh und Glazebrook und Fitzpatrick haben auch versucht, die Menisken durch eingeführte Ebonitstöpsel plan zu drücken.

Erfolgt die Füllung der Röhre nicht gerade bei 0°, so braucht man zur Reduktion den kubischen Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers und des

---

[1]) S. Shrader, *Wied. Ann.* **44.** *S. 222. (1891.)*

[2]) a. a. O. S. 354.

[3]) Lorenz, *Wied. Ann.* **25.** *S. 13. (1885.)*

[4]) Der Verschluss durch Andrücken der mit Leder bedeckten Finger (Hutchinson und Wilkes, *Phil. Mag.* (*V.*) **28.** *S. 17.* (*1889*)) ist verwerflich.

[5]) Mascart, de Nerville, Benoit, *Rés. d'exp. S. 46.*

Glases. Letzterer scheint nur bei Siemens 1882, Mascart, de Nerville, Benoît und Lindeck für die Röhren oder wenigstens für die Glassorte bestimmt zu sein; seine Werthe variiren von $0{,}0_4 22 - 0{,}0_4 25$, sodass die Differenz nicht ganz zu vernachlässigen ist.

Für den Ausdehnungskoeffizienten des *Hg* benutzen den Regnault'schen Werth $0{,}0_3 180$[1]): Rayleigh, Siemens 1882, Lorenz; den von Broch berechneten $0{,}0_3 182$: Glazebrook und Fitzpatrick, Lindeck; Passavant setzt $0{,}0_3 181$ an, Strecker und Kohlrausch[2]) rechnen nach der von Wüllner, *Pogg. Ann. 153*, gegebenen Formel.

Strecker, Kohlrausch, Rayleigh, Glazebrook und Fitzpatrick haben theils immer, theils oft den Quecksilberinhalt, der zu den Widerstandsmessungen gedient hat, gewogen, während Siemens, Benoît,[3]) Lorenz und wohl auch Passavant und Lindeck dies unterlassen haben. Mir scheint diese Vorsichtsmaassregel sehr wesentlich, denn nur so können missglückte Füllungen mit Sicherheit erkannt werden und auch eine etwaige Vergrösserung des Röhrenquerschnittes in Folge der wiederholten Reinigung der Röhren, sowie andere Störungen z. B. durch eine Luftschicht am Glase, würden hierdurch unschädlich gemacht werden.

Die Dichtigkeit des Quecksilbers bei 0° beträgt nach den Messungen von Marek $D_0 = 13{,}5956$. Diesen Werth benutzen Mascart, de Nerville, Benoît, Lindeck, Passavant. Rayleigh setzt $D_0 = 13{,}595$, ebenso Hutchinson und Wilkes; Glazebrook und Fitzpatrick 13,5957; Strecker, Kohlrausch und wohl auch Siemens nehmen nach Regnault 13,5959.

Es möge hier die wiederholt gemachte Bemerkung Platz finden, dass bekanntlich die Beziehung des Gramm ($^1/_{1000}$ des *kilogramme des archives*) zu der Masse eines *ccm* Wassers in max. unsicher ist. Wenn die Berechnung von Broch, nach welcher 1 *ccm* Wasser in max. 0,99988 *g* wiegt, zutrifft, wäre das nach 1) unter Benutzung der üblichen Gewichtssätze bestimmte *W* mit 0,99988 zu multipliziren.

5. Reinigung des Quecksilbers.

Mascart, de Nerville und Benoît[4]) benutzen „du mercure neuf sortant de la potiche", d. h. ungereinigtes käufliches Quecksilber aus der (eisernen) Originalflasche. In Folge von Verunreinigungen war der Widerstand möglichenfalls herabgesetzt.

Abgesehen von diesem einen Falle haben alle Autoren der Behandlung des Quecksilbers die gebührende Sorgfalt zugewendet. In der Regel wurde das Quecksilber zunächst chemisch — meistens mit verdünnter HNO_3 — gereinigt und dann im Vakuum destillirt, öfter sogar zweimal.

Benoît[5]) unterwarf sein Quecksilber zunächst mehrmals der Einwirkung von verdünnter HNO_3, trocknete es mit konzentrirter H_2SO_4, und entfernte die Säure, indem er es über Aetzkali in Stücken laufen liess. Auch Siemens (1882) verwendete neben destillirtem Quecksilber solches, das mit HNO_3 und KHO gereinigt war.

Lorenz[6]) hat sein Quecksilber theils „in gewöhnlicher Weise gereinigt",

---

[1]) Die folgende Dezimale ist als unwesentlich hier nicht berücksichtigt.
[2]) F. Kohlrausch, *Abh. d. bayr. Ak. d. Wissensch. Bd.* **16.** *(1888.)*
[3]) Sowohl in *Résumé d'exp. etc. 1884* wie in der *Construction des prototypes, Paris 1885.*
[4]) Mascart, de Nerville, Benoit, *Résumé S. 51.*
[5]) Benoit, *Construction S. 53.*
[6]) Lorenz, *Wied. Ann.* **25.** *S. 9. (1885).*

theils durch Destillation des aus gereinigtem *Hg* erhaltenen Quecksilberoxyds gewonnen. G. Wiedemann[1]) unterwirft das aus Quecksilberoxyd erhaltene *Hg* einer nochmaligen Destillation.

Es liegen mehrfache Beobachtungen über den Einfluss verschiedener Behandlung des Quecksilbers auf seinen Widerstand vor.

Ein nur mit HNO_3 gereinigtes *Hg* ergab Rayleigh[2]) einen etwa $^1/_{5000}$ höheren Widerstand; Glazebrook und Fitzpatrick[3]) fanden keine Veränderung, wenn destillirtes *Hg* nachträglich mit HNO_3 behandelt wurde; Strecker[4]) konnte zwischen altem und frischem Destillat keinen sicheren Unterschied entdecken, ebensowenig Kohlrausch[5]) zwischen ein- und zweimal destillirtem *Hg*.

Lenz[6]) verglich 13 verschiedene Methoden der Reinigung, erhielt aber einen merklich abweichenden Werth (und zwar einen 0,042 Prozent grösseren Widerstand) nur bei einer lufthaltigen Probe von *Hg*. Hingegen fand Strecker[7]) den Widerstand von *Hg*, welches mit Luft geschüttelt, und solchem, das durch Sieden im Vakuum von Luft befreit war, bis auf $^1/_{25000}$ gleich; Laas[8]) bis auf wenigstens $^1/_{100000}$; analoge Ergebnisse erhielten Mascart, de Nerville, Benoît[9]). Hiernach ist es zweifelhaft, ob das abweichende Resultat von Lenz wirklich durch den Luftgehalt des Quecksilbers bedingt war, vielmehr scheint ein Füllungsfehler vorzuliegen.

6. Einführung des Quecksilbers.

Es wird hier am Platze sein, einige Umstände zu erörtern, welche auf den Röhrenquerschnitt von Einfluss sein können bezw. eine „säculare Aenderung“ einmal hergestellter Quecksilbernormalen herbeizuführen im Stande sind.

a. Die Untersuchungen von W. Voigt[10]) legen den Schluss nahe, dass eine frisch gereinigte Glasoberfläche sich mit einer Luftschicht von etwa 0,00006 *mm* bedeckt, welche in einem Tage auf das Doppelte bis Dreifache anwächst. Diese Luftschicht — welche man sich vielleicht im flüssigen Zustande zu denken hat — besitzt gegen Druck und Temperaturänderungen eine grosse Unempfindlichkeit. Von einem Radius der Röhre = 0,6 *mm* wäre 0,00006 *mm* : $^1/_{10000}$, und dem entspräche eine Widerstandsänderung von $^1/_{5000}$. Da die Reinigung der Röhren jedenfalls kurz vor der Füllung vorgenommen wird, so wird diese Luftschicht sich ziemlich konstant verhalten; vielleicht aber ist hier die Ursache mancher Abweichungen zu suchen.

b. Die von Warburg und Ihmori[11]) untersuchte „temporäre Wasserhaut“ hat wohl einen noch geringeren Einfluss. Dieselbe hängt ab von dem Betrage schwach gebundenen Alkalis an der Glasoberfläche, und dies Alkali wird durch die Reinigung zum grössten Theile entfernt. Die Schichtdicke ist auf wenige Milliontel eines *mm* zu schätzen; bei $5 \cdot 10^{-6}$ *mm* Schichtdicke und 0,5 *mm* Röhrenradius wäre die relative Aenderung des Widerstandes $^1/_{50000}$.

---

[1]) G. Wiedemann, *Wied. Ann.* **42.** *S. 441.* (*1891.*)
[2]) Rayleigh a. a. O. S. 177. Beob. 10.
[3]) Glazebrook and Fitzpatrick a. a. O. S. 367.
[4]) Strecker, *Wied. Ann.* **25.** *S. 471 ff.*
[5]) Kohlrausch, *Abh. d. Bayr. Ak. Bd.* **16.** *S. 27.*
[6]) Lenz, *Études électrométrologiques I.*
[7]) Strecker a. a. O. S. 472.
[8]) Laas, *Zeitschr. f. Instrum.* **12.** *S. 273.* (*1892*).
[9]) Mascart, de Nerville, Benoît, *Résumé etc. S. 65.*
[10]) W. Voigt, *Wied. Ann.* **19.** *S. 39.* (*1883.*)
[11]) Warburg und Ihmori, *Wied. Ann.* **27.** *S. 481.* (*1886.*)

c. Die wiederholte Reinigung kann durch Auflösung des Glases die Röhre allmälig erweitern. Die neuerdings angewandten Glassorten — z. B. französisches Hartglas und Jenaer Normalglas — besitzen zwar gegen derartige Einflüsse eine erhebliche Widerstandsfähigkeit, doch sind noch z. B. von Passavant Thüringer Röhren benutzt. Nach einer Angabe von Kohlrausch[1]) wurde von einer schlechten Glassorte in einem Tage 0,48 *mg* pro *qdm* gelöst. In 1 Stunde gäbe dies pro *qmm* $0{,}02 \,.\, 10^{-4}$, d. h. eine Dicke der gelösten Glasschicht von $^{0,02}/_{2,3} \,.\, 10^{-4} =$ etwa 10^{-6} *mm*. Unter Voraussetzung von 0,5 *mm* Röhrenradius folgt eine Widerstandsvermehrung von $^{1}/_{250000}$. Diese würde sich nach den Erfahrungen von Kohlrausch bei jeder Reinigung wiederholen, ja wahrscheinlich noch viel grösser sein, da die Zerstörung der Glasoberfläche auch während der Zwischenzeit durch die Wasserhaut fortgesetzt wird. Im Laufe der Jahre kann eine erhebliche Aenderung sich ergeben.

Andeutungen eines im Laufe der Zeit vergrösserten Röhrendurchmessers finden sich bei Kohlrausch (a. a. O. S. 652) der den Inhalt des Rohres No. 3 für 10° in den Jahren 1886—88 15,2125 *g* erhielt, während Strecker 1884 15,2109 beobachtete.

d. Thermische Nachwirkung. Bekanntlich steigt der Nullpunkt der Thermometer (welche nicht über 100° erwärmt werden) an; ich selbst habe Aenderungen von 1° bei schlechten Gläsern beobachtet. 1° Celsius entspricht einer Volumverringerung von etwa 0,00017, also einer Aenderung der Lineardimensionen um 0,000057 und einer relativen Widerstandsvermehrung im gleichen Betrage. Stärkere Erwärmungen der Röhren beim Reinigen (wie z. B. Glazebrook und Fitzpatrick sie vornehmen) sind besser zu vermeiden, denn hier können ganz unübersehbare Dimensionsänderungen eintreten.[2])

Fast alle Autoren haben ihre Röhren für die Widerstandsmessungen wie für die Bestimmung des Röhrenquerschnittes bei Atmosphärendruck gefüllt.

Da es sich nur um den Querschnitt des Quecksilberfadens handelt, und die Röhren jedesmal kurz vorher gereinigt waren, so ist ein merklicher Fehler wegen unvollständiger Ausfüllung des Röhrenquerschnittes nicht zu erwarten.

Besonders wenn jedesmal der zur Widerstandsmessung benutzte Rohrinhalt gewogen wird, erscheint jedes Bedenken in dieser Hinsicht gehoben. Uebrigens wird eine wenigstens öfter wiederholte Wägung der Rohrfüllung wegen der Möglichkeit „säkularer" Aenderungen der Röhrenweite unumgänglich sein.

Mascart, de Nerville und Benoît haben für die Widerstandsmessungen die Füllung im Vakuum vorgenommen, während für die Volumbestimmung das Quecksilber durch eine Spitze eingesogen wurde. Wenngleich eine zur Kontrole im Vakuum gemachte Volumbestimmung merklich das gleiche Ergebniss lieferte, so bleibt doch ein gewisser Zweifel übrig, umsomehr als eine erneute Wägung gelegentlich der Widerstandsmessungen nicht erfolgt ist.

Wenn es sich um die Bestimmung des Temperaturkoeffizienten des Widerstandes von *Hg* handelt, halte ich eine Füllung im Vakuum für angezeigt.

Laas[3]) hat vergleichende Versuche angestellt, bei denen er keinen Unterschied zwischen einer Füllung mit luftfreiem Quecksilber im Vakuum und der „gewöhnlichen Füllung" (Hineinlaufenlassen bei Atmosphärendruck) mit reinem

---

[1]) F. Kohlrausch, *Wied. Ann.* **44.** *S. 586. (1891.)*

[2]) vgl. Crafts *Comptes rendus* **91.** *S. 291, 370, 413,* **94.** *S. 1298,* **95.** *S. 836, 910.*

[3]) Laas, *Zeitschr. f. Instrum.* **12.** *S. 273. (1892.)*

trockenen Quecksilber fand. Auch soll die Füllung im Vakuum vor der gewöhnlichen nichts voraus haben in Bezug auf Konstanz des Widerstandes nach vorangegangener Erwärmung auf 100°.

Ob diese Ergebnisse allgemeine Gültigkeit besitzen, scheint mir zweifelhaft im Hinblick auf eine Untersuchung in der Physikalisch-Technichen Reichsanstalt, nach welcher [1] „die Kapillarkräfte eine vollständige Ausfüllung des Querschnittes der Röhre verhindern, wenn nicht besondere Vorsichtsmaassregeln gebraucht werden (Füllung der Röhre im Vakuum, nachdem sie längere Zeit ausgepumpt gestanden hat, Benetzung mit Petroleum)".

7. Temperaturkoeffizient des spezifischen Widerstandes des Quecksilbers.

Wie später eingehender erörtert werden wird, bedingt die Verwendung der Temperatur 0° bei den Widerstandsmessungen gewisse Schwierigkeiten, welche fortfallen, wenn man die Normalröhren in ein Bad von nahezu Zimmertemperatur bringt.

Zur Reduktion des Widerstandes auf 0° muss dann der Temperaturkoeffizient des spezifischen Widerstandes von *Hg* bekannt sein, und zwar kommt hier der scheinbare Temperaturkoeffizient

$$\frac{\sigma'_t}{\sigma_0} = \frac{\sigma_t}{\sigma_0}(1 - \beta t)$$

(β = lineärer Ausdehnungskoeffizient des Glases)

in Betracht, welcher auch zunächst aus den Beobachtungen folgt.

Eine Hauptschwierigkeit für die Bestimmung des Temperaturkoeffizienten liegt darin, dass die Enden der Quecksilbersäule nicht genau die Temperatur des Bades annehmen, was besonders bei Benutzung dicker Kupferelektroden leicht eintreten wird.

Aus diesem Grunde sind die Werthe von Rayleigh und Glazebrook und Fitzpatrick sicher zu klein, wahrscheinlich auch die von Siemens und Lenz und Restzoff.

Auch thermoelektrische Kräfte werden zu Störungen Veranlassung geben können.

Andererseits würde eine am Glase haftende Luftschicht — falls dieselbe von Einfluss ist — einen zu hohen Werth des Temperaturkoeffizienten zur Folge haben.

Eine Vergleichung der von verschiedenen Beobachtern erhaltenen Resultate wird vielfach erschwert oder unmöglich gemacht durch die Unsicherheit über die benutzte Temperaturskala. Quecksilberthermometer verschiedener Glassorte differiren nicht unerheblich; dazu kommt der Einfluss einer verschiedenen Berechnungsweise der Ablesungen.

Auch der Ausdehnungskoeffizient der Glassorte der Röhren ist nur in wenigen Fällen genau bekannt. Da derselbe von $0{,}0_5 7$ bis $0{,}0_5 9$ variiren kann, entsteht immerhin eine nicht ganz unmerkliche Unsicherheit.

Am zuverlässigsten scheint mir das nahezu übereinstimmende Resultat zweier Versuchsreihen, die im *Bureau international des mesures et poids* von Guillaume und in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt durchgeführt sind.

Guillaume [2]) benutzte Röhren aus dem Tonnelot'schen Hartglas, dessen Ausdehnung festgestellt ist; die Thermometer waren aus demselben Glase gefertigt und ihre Reduktion auf das Wasserstoffthermometer ermittelt.

---

[1]) Mittheilung des Herrn Präsidenten an den Verfasser.

[2]) Guillaume, *Comptes rendus 12. Septbr. 1892.*

Bei den maassgebenden Versuchen mündeten die Röhren nicht unmittelbar in die Endgefässe, sondern in seitliche Ansätze derselben, um die ganze Quecksilbersäule sicher auf die Temperatur des Bades zu bringen.

Der Widerstand der Elektroden wurde bei dem angewendeten Substitutionsverfahren durch einen sinnreichen Kunstgriff eliminirt.

Ueber die Einführung des Quecksilbers finde ich keine Angabe, möchte also voraussetzen, dass dieselbe nicht im Vakuum erfolgte.

Die Versuche erstrecken sich von 0° bis 61°, und zwar wurde mit hohen und niederen Temperaturen abwechselnd beobachtet. Da sich hierbei keine Aenderung des Widerstandes zeigte, so liegen fehlerhafte Füllungen nicht vor, wenn auch vielleicht ein Einfluss der kondensirten Luftschicht sich geltend machte. Für den wahren spezifischen Widerstand des *Hg* bei der Temperatur T des Wasserstoffthermometers findet Guillaume aus 2 Reihen:

$$\text{a)} \quad \sigma_T = \sigma_0 \,(1 + 0{,}0_3 88745\, T + 0{,}0_5 10181\, T^2)$$

$$\text{b)} \quad \sigma_T = \sigma_0 \,(1 + 0{,}0_3 88879\, T + 0{,}0_5 10022\, T^2)$$

im Mittel

$$\sigma_T = \sigma_0 \,(1 + 0{,}0_3 88812\, T + 0{,}0_5 10102\, T^2).$$

Von den Versuchen in der Abtheilung I der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt liegen einstweilen nur die Resultate vor, welche der Herr Präsident mitzutheilen die Güte hatte.

Röhren und Thermometer bestanden aus Jenaer Normalglas 16 III; Messungen bei 0° und zwischen 14,6° und 28° ergaben den wahren spezifischen Widerstand des *Hg* bei der Temperatur T des Wasserstoffthermometers

$$\sigma_T = \sigma_0 \,(1 + 0{,}0008827\, T + 0{,}0_5 126\, T^2)$$

Die gute Uebereinstimmung mit Guillaume geht aus folgendem Täfelchen hervor:

T	σ_T/σ_0 P. T. R.	Guillaume
10°	1,00895	1,00898
20°	1,01816	1,01816
30°	1,02761	1,02755

Da andere Autoren vielfach mit Röhren und Thermometern aus Thüringer Glas gearbeitet haben, so berechne ich eine Formel für den scheinbaren Koeffizienten in Thüringer Glas für die Temperatur t eines Quecksilberthermometers aus derselben Glassorte.

Als Ausdehnungskoeffizienten des Thüringer Glases nehme ich $0{,}0_5 85$ an; ferner nach Marek,[1]) dass den Temperaturen 10° und 20° an einem Thermometer aus Thüringer Glas 9,928° und 19,875° des Wasserstoffthermometers entsprechen. Ich finde zunächst:

t	σ'_t/σ_0 P. T. R.	Guillaume	Mittel
10°	1,008803	1,008833	1,008818
20°	1,017873	1,017882	1,017878

und aus den Mittelwerthen:

$$\sigma'_t = \sigma_0 \,(1 + 0{,}0_3 8697\, t + 0{,}0_5 121\, t^2)$$

Weiter lasse ich eine Zusammenstellung der Werthe der Temperaturkoeffizienten nach älteren Untersuchungen folgen. Lenz und Strecker beziehen ihre

[1]) Marek, *Zeitschr. f. Instrum.* **10.** *S. 284. (1890.)*

Temperaturen auf das Luftthermometer, die übrigen Autoren auf das Quecksilberthermometer. Strecker selbst giebt den wahren Koeffizienten an [$\sigma_T = \sigma_0\,(1 + 0{,}0_3900\,T + 0{,}0_645\,T^2)$], ich nehme den scheinbaren in die Tabelle auf und setze auch ähnlich wie oben die Formel in Temperaturen t des Quecksilberthermometers um. Die mit D bezeichneten Formeln sind von mir aus dem von den Autoren mitgetheilten Material abgeleitet.

Zur Erleichterung der Uebersicht enthalten die beiden letzten Spalten den scheinbaren Koeffizienten für $t = 10°$ und $20°$ des Quecksilberthermometers.

Beobachter	Formel	σ'_{10}/σ_0	σ'_{20}/σ_0
Lenz u. Restzoff	$1 + 0{,}0_385771\,T + 0{,}0_689677\,T^2$	1,008604	1,017402
Siemens 1882	$1 + 0{,}0_38523\,t + 0{,}0_51356\,t^2$	1,008659	1,017588
Rayleigh (0°—13°)	$1 + 0{,}0_3861\,t$	1,00861	
Glazebrook u. Fitzpatrick (0°—10°)	$1 + 0{,}0_3876\,t$	1,00876	
Mascart, de Nerville, Benoit	$1 + 0{,}0_38649\,t + 0{,}0_5112\,t^2$	1,008761	1,017746
Passavant (D)	$1 + 0{,}0_38721\,t + 0{,}0_51018\,t^2$	1,008823	1,017849
Lorenz (D)	$1 + 0{,}0_38767\,t + 0{,}0_69013\,t^2$	1,008857	1,017895
Strecker	$1 + 0{,}0_38915\,T + 0{,}0_645\,T^2$		
„ (D)	$1 + 0{,}0_38841\,t + 0{,}0_6535\,t^2$	1,008895	1,017897
Salvioni [1])	$1 + 0{,}0_38918\,t + 0{,}0_653\,t^2$	1,008971	1,018048

Die Differenzen sind recht beträchtlich und erreichen schon für 10° etwa $^1/_{3000}$. Sehe ich von Salvioni und den wahrscheinlich zu kleinen Werthen der ersten 4 Zeilen ab, so folgt im Mittel,

$$\sigma'_{10}/\sigma_0 = 1{,}008834 \qquad \sigma'_{20}/\sigma_0 = 1{,}017847$$

in guter Uebereinstimmung mit dem Mittel von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und Guillaume.

Bemerkt sei noch, dass nach der Versuchsanordnung von Strecker jeder Zweifel über die Temperatur der Quecksilbersäule ausgeschlossen war, während andererseits Mascart, de Nerville und Benoit ihre Röhre im Vakuum gefüllt hatten.

Die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angestellten Versuche vereinigen beide Vorzüge.

Bei oberflächlicher Betrachtung könnte man meinen, dass sich ein etwaiger Einfluss der Luftschicht auf den Temperaturkoeffizienten des *Hg* bei der Berechnung von Widerstandsmessungen bei Zimmertemperatur heraushebt. Dies ist deswegen nicht der Fall, weil man durch die Wägung der Rohrfüllung nach der Widerstandsmessung den wirklichen Querschnitt der benutzten Quecksilbersäule bei Zimmertemperatur erhält.

8. Endgefässe, Zuleitungen.

Glasgefässe haben für Beobachtungen bei 0° den Nachtheil, mit einer Feuchtigkeitsschicht zu beschlagen und in Folge dessen durch Nebenschluss die Genauigkeit der Messungen zu gefährden.

Daher haben Rayleigh, Glazebrook und Fitzpatrick sowie Hutchinson und Wilkes Ebonitgefässe verwendet. Diese müssen starkwandig gemacht werden, sodass bei der schlechten Wärmeleitung des Ebonits das *Hg* in ihnen und das

[1]) *Rendic. Acc. Lincei Vol. 5, 2 Sem. S. 147. (1889.)* Die ausführliche Mittheilung von Salvioni aus den „*Memorie*" habe ich zu spät erhalten, um sie noch berücksichtigen zu können. Ich sehe daher im Folgenden von einer Benutzung dieses Werthes ab.

hineinragende Ende der Röhre nicht die Temperatur des umgebenden Eises annimmt. Bei Rayleigh[1]) ist die Temperatur in den Endgefässen 5—6°, was nach Glazebrook und Fitzpatrick[2]) den Werth des *m/mm² Hg* 0° in British Assoc. Units um 0,00024 zu hoch erscheinen lässt. Glazebrook und Fitzpatrick versehen daher die Endgefässe mit einem wasserdichten aufschraubbaren Deckel, umhüllen die Kupferzuleitungen mit Gummirohr und erreichen eine Temperatur von durchschnittlich 1,4° in den Ansätzen; Hutchinson und Wilkes kommen bis auf 0,5°. Auch die mit Glasgefässen in Eis gemachten Messungen werden etwas durch diese Fehlerquelle beeinflusst sein (Vgl. später S. 32).

Die Form der Zuleitungen wird sich naturgemäss nach der gewählten Methode der Widerstandsmessung richten. Verwendet man die Wheatstone'sche Brücke, so müssen starke amalgamirte Kupferstäbe benutzt werden, die auf eine nicht zu geringe Länge in das Quecksilber tauchen. Im Laufe der Zeit verunreinigen diese aber das Quecksilber, dessen Widerstand dadurch abnimmt. Bei einiger Vorsicht lässt sich diese Fehlerquelle unschädlich machen, doch erscheint die Anordnung von Glazebrook und Fitzpatrick[3]), welche den Kupferstab noch mit einem amalgamirten Platinzylinder umgeben, noch vorzüglicher.

Benoît[4]) sucht die Unsicherheit des Kontaktes, welche bei wiederholtem Eintauchen von amalgamirtem Platina sich bemerklich machte, durch eine Elektrode von besonderer Form zu vermeiden, bei der das mit dem Platin in Berührung kommende Quecksilber beim Herausheben mit herausgenommen wird, sodass das Platin nie von Quecksilber entblösst wird. Der den Kontakt vermittelnde Platinstift hat aber nur etwa 5 *mm* Länge und 1 *mm* Durchmesser, sodass diese Elektroden einen ziemlich erheblichen Widerstand (0,002—0,003 *Ohm*) besitzen, der dazu noch Veränderungen durch die Temperatur unterworfen sein wird.[5]) Hiedurch kommen neue Unsicherheiten in die Messungen hinein (die erste Bestimmung des Temperaturkoeffizienten des *Hg* von Salvioni war durch hier herrührende Fehler entstellt), und dieselben werden sich besonders dann geltend machen, wenn ein Quecksilberwiderstand mit einem Drahtwiderstand verglichen werden soll, was ja für die eigentliche Ohmbestimmung in irgend einer Form ausgeführt werden muss.

Andere Methoden für die Widerstandsmessung kommen im Prinzip auf die Bestimmung der Potentialdifferenz zweier Punkte eines stromdurchflossenen Leiters durch ein in den Nebenschluss gelegtes Galvanometer von hohem Widerstande heraus. Hiezu gehört das Verfahren von Lorenz[6]), und insbesondere Kohlrausch's Methode[7]) des übergreifenden Nebenschlusses, welche auch Strecker benutzt hat.

Strecker und Kohlrausch verwendeten zur Stromzuführung Platinbleche (die beim Eintauchen sich von selbst gut amalgamirten) von 24 x 16 *mm²*, und zur Abnahme des Potentials Drahtspitzen, welche aus dünnen Glasröhren herausragten und den Rohrenden höchstens bis auf 8 *mm* genähert wurden. Jenseits 8 *mm* sind merkliche Potentialänderungen ausgeschlossen; die etwaigen Uebergangswiderstände an den Drahtspitzen werden durch die Methode eliminirt. Ich halte dies Verfahren für das beste zur Kopirung von *Hg*-Widerständen.

---

[1]) Rayleigh a. a. O. S. 182.

[2]) Glazebrook und Fitzpatrick a. a. O. S. 376.

[3]) Glazebrook und Fitzpatrick a. a. O. S. 365.

[4]) Benoît, *Construction S. 61.*

[5]) Salvioni, *Rend. Lincei Vol. 5. 2. Sem. S. 146.*

[6]) Lorenz, *Wied. Ann. 25.*

[7]) F. Kohlrausch, *Sitzungsber. der Berl. Ak. 12. April 1883.*

9. Reduktion der Quecksilbereinheiten der verschiedenen Beobachter.

Auf Grund der vorstehenden allgemeinen Erörterungen soll versucht werden, festzustellen, wie sich die von den einzelnen Beobachtern benutzten Quecksilbereinheiten ändern, wenn für die Konstanten einheitliche Werthe eingesetzt und wahrscheinliche Fehlerquellen in Rechnung gezogen werden.

Ich lege folgende Werthe zu Grunde:

Ausbreitungskoeffizient $a = 0{,}80$,

Dichtigkeit des Quecksilbers für 0° (Marek) $D_0 = 13{,}5956$,

Mittlerer Ausdehnungskoeffizient des Quecksilbers zwischen 0° und 20°: $0{,}0_3180$.

(Diesen Werth ziehe ich auf Grund privater Mittheilungen von Herrn Professor Pernet dem neuerdings meist benutzten $0{,}0_3182$ vor.)

Spezifischer Widerstand des *Hg*:

wahrer spezifischer Widerstand für T° des Wasserstoffthermometers[1])

a) $\sigma_T = \sigma_0\,(1 + 0{,}0_38854\,T + 0{,}0_51135\,T^2)$,

scheinbarer spezifischer Widerstand für t° des Quecksilberthermometers[2])

b) $\sigma'_t = \sigma_0\,(1 + 0{,}0_38697\,t + 0{,}0_5121\,t^2)$

a. Siemens und Halske 1882/85.[3])

Hier ist $a = 1$ gesetzt. Die Widerstände der Röhren für 0° mit diesem und dem richtigen Koeffizienten 0,80 sind im Folgenden zusammengestellt:

Röhre	*W* berechnet mit $a = 1$	*W* berechnet mit $a = 0{,}80$	Diff. δW	$\delta W / W$
No. 6	1,92523	1,92492	0,00031	0,000161
„ 17	0,34363	0,34350	0,00013	0,000378
„ 122	1,01313	1,01290	0,00023	0,000227
„ 124	0,73775	0,73756	0,00019	0,000248
			Mittel	0,000253

Uebrigens ergiebt sich mit den neuen Werthen eine weit bessere Uebereinstimmung des Verhältnisses der aus den Dimensionen und aus elektrischen Messungen berechneten Widerstände:

No.	$a = 1$ *W* ber. aus el. Messungen (No. 122 = 1,01313)	Diff.	$a = 0{,}80$ *W* ber. aus el. Messungen (No. 122 = 1,01290)	Diff.
6	1,92575	+ 0,00052	1,92532	+ 0,00040
17	0,34357	— 0,00006	0,34349	— 0,00001
122	1,01313		1,01290	
124	0,73770	— 0,00005	0,73753	— 0,00003

Die Einheit, deren sich Siemens & Halske 1882/85 bedienten, wäre hiernach zu klein; ich schreibe das Ergebniss:

$$1\ m\ Hg\ (\text{S. \& H. } 1882/85) = (1 - 0{,}000253)\ m\ Hg\ (\text{S. \& H. } - D).$$

Nach einem Schreiben der Firma Siemens & Halske vom 21. März 1892 ist 1885/89 a = 0,80 benutzt, sodass an 1 *m Hg* Siemens & Halske 1885/89 keine Kor-

1) Mittel von Guillaume und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

2) S. oben S. 28.

3) Siemens und Halske, *Réproduction de l'unité de résistance à mercure etc.*

rektion dieserhalb anzubringen wäre. Statt 0,00025 ist oben vielleicht 0,00023 zu setzen, da das für den Gebrauch bequeme Rohr 122 (nahe = 1 *m/mm² Hg*) bevorzugt sein wird.

Folgende Ueberlegungen lassen aber vermuthen, dass die von Siemens & Halske 1882/85 ausgegebenen Kopien der Wahrheit näher gekommen sind als die von 1885/89, deren Widerstand vielleicht etwas zu gross war.

Zur Volumbestimmung wurden die Röhren vertikal gestellt. Wenn nun auch die elastische Dilatation des Rohres selbst ohne merklichen Einfluss bleibt, so musste doch eine Kompression der die Röhrenwand bekleidenden Luftschicht erfolgen; M wäre also zu verkleinern, d. h. W zu vergrössern. Auch eine „säkulare" Erweiterung der Röhrendurchmesser musste in demselben Sinne wirken, da eine erneute Wägung des Quecksilberinhaltes nicht stattfand.

Wurden die Normalröhren bei der Kopirung in Eis gelegt, so hatten die ziemlich weiten und flachen Endgefässe jedenfalls nicht die Temperatur 0°. Ich habe mit einem Glasgefässe nahezu gleicher Grösse, wie die von Siemens & Halske benutzten, das 6 *cm* hoch mit Quecksilber gefüllt war, bei einer Zimmertemperatur von 16° C. einen Versuch angestellt.

Wurde das Eis sehr sorgfältig bis zur Höhe des Quecksilbers angedrückt gehalten, so fiel das 3 *cm* über dem Boden befindliche Thermometer auf 0,5°, stieg aber auf 1,0°, als durch Abthauen ein kleiner Zwischenraum zwischen Glas und Eismantel entstanden war.

Wären 6 *cm* eines 100 *cm* langen Rohres auf der Temperatur von 0,5°, so wäre dies gleichbedeutend mit einer Erwärmung des ganzen Rohres auf 0,03° woher der spezifische Widerstand des *Hg* im Verhältniss 1,000027 höher wäre.

Sollte indessen ein Wasserbad von Zimmertemperatur benutzt sein,[1]) so ist der jedenfalls zu kleine Temperaturkoeffizient des Widerstandes für die Reduktion auf 0° zu Grunde gelegt. Nach Formel b) S. 31 ist

$\sigma'_{10}/\sigma_0 = 1{,}008818$,	$\sigma'_{20}/\sigma_0 = 1{,}017878$
nach Siemens: 1,008659,	1,017588
Differenz 0,000159,	0,000290

Die Kopie würde hiernach einen grösseren Widerstand als der von Siemens & Halske gefolgerte besessen haben.

Leider lässt sich über den Einfluss mehrerer Fehlerquellen zahlenmässig nichts Sicheres feststellen. Jedenfalls aber ist

1 *m Hg* (S. & H. 1885/89) = (1 + 0,00025) *m Hg* (S. & H. 1882/85)[2]).

b. Rayleigh und Sidgwick. 1883.[3])

Durch Herabsetzung des Ausbreitungskoeffizienten von 0,82 auf 0,80 tritt die verhältnissmässige Verringerung des berechneten Widerstandes ein

Röhre I	0,000026
„ II	0,000023
„ III	0,000020
„ IV	0,000022
Mittel	0,000023.

[1]) Nach einer Mittheilung von Siemens & Halske an den Verfasser wird sowohl bei 0° wie bei Zimmertemperatur beobachtet.

[2]) Bezw. 0,00023, falls auf die meistens benutzte Röhre 122 zurückgegangen wird.

[3]) Rayleigh und Sidgwick, *Phil. Trans. Vol.* **174.** (*1883.*) *S. 173.*

Da Rayleigh die Dichte des *Hg* für 0° 13,595 statt 13,5956 nimmt, kommt der Faktor hinzu 13,5956 / 13,5950 = 1 + 0,000044.

Die wesentlichste Reduktion wird aber durch die von 0° abweichende Temperatur der Endgefässe bedingt. Dieselbe war 6°; nach Glazebrook und Fitzpatrick wäre deswegen die Zahl 0,95412 um 0,00024 zu verringern. Ich vermag aber nicht den Grund einzusehen, warum Glazebrook und Fitzpatrick die Kurve in der Figur S. 375[1]) links nicht geradlinig fortführen, und würde daher meinerseits 0,00032 aus derselben entnehmen. Da 0,00032/0,95412 = 0,000335, so resultirt der Faktor 1,000335.

Endlich ist die Berücksichtigung der Form des Meniskus bei der Bestimmung der Länge des gewogenen Quecksilberfadens nicht genau und wäre nach der von Glazebrook und Benoît geführten Rechnung zu korrigiren. Da jedoch meistens die Menisken mit eingedrückten Ebonitstöpseln abgeflacht wurden, und nicht angegeben ist, wo mit dem konvexen Meniskus operirt wurde, so ist diese (etwa 0,00007 betragende) Korrektion nicht mit Sicherheit anzubringen.

Nach dem Obigen ist

$$1\ m\ Hg\ (\text{Rayleigh}) = \begin{pmatrix} -0{,}000023 \\ 1 + 0{,}000044 \\ +0{,}000335 \end{pmatrix}$$

$$= (1 + 0{,}000356)\ m\ Hg\ (\text{Rayleigh-}D).$$

Da ferner Rayleigh angiebt

$$1\ m\ Hg\ (\text{Rayleigh}) = 0{,}95412\ \text{B. A. U.},$$

so ist

$$1\ m\ Hg\ (\text{Rayleigh-}D) = 0{,}95378\ \text{B. A. U.}$$

c. Mascart, de Nerville, Benoît. 1884[2]).

Da mit Benutzung von $a = 0{,}82$ der Ausbreitungswiderstand ist[3])

Röhre	I	II	III	IV
(m Hg)	$0{,}0_3973$	$0{,}0_3939$	$0{,}0_3961$	$0{,}0_3946$

und sämmtliche Röhren fast genau 1,049 *m Hg* Widerstand besitzen, so beträgt die durch Einführung von $a = 0{,}80$ bedingte verhältnissmässige Verminderung

$$\frac{0{,}000955}{41 \cdot 1{,}049} = 0{,}000022.$$

Es liegen aber noch folgende Fehlerquellen vor, deren Einfluss sich numerisch nicht feststellen lässt:

Die Masse der Rohrfüllung wurde vielleicht etwas zu klein gefunden, weil die Temperatur 0° nicht ganz erreicht wurde und eine stärkere Luftschicht an der Röhrenwand anlag, als bei der Widerstandsmessung (s. o. S. 26). In demselben Sinne würde auch eine Vergrösserung des Röhrenquerschnittes durch Glasauflösung wirken.

Wegen der zweifelhaften Beschaffenheit des Quecksilbers war sein spezifischer Widerstand möglichenfalls etwas zu klein.

Die erwähnten Umstände würden einen Faktor der Form $1 - \varepsilon^2$ herbeiführen.

Die Temperatur der Endgefässe wird etwa den Verhältnissen meines Versuches (S. 32) entsprochen haben, woher als Faktor 1 + 0,000027 angesetzt werden mag.

---

1) Glazebrook and Fitzpatrick, *Phil. Trans. Vol.* ***179.*** *(1888.)*

2) Mascart, de Nerville, Benoit, *Résumé d'expériences etc. (1884.)*

3) a. a. O. S. 50.

Im Ganzen wäre also (abgesehen von den unsicheren Korrektionen)

$$1\ m\ Hg\ (\text{M., de N., B.}) = \left(1 \begin{array}{l} -0{,}000022 \\ +0{,}000027 \end{array}\right)$$

$$= (1 + 0{,}000005)\ (\text{M., de N., B.-}D)$$

Die mit „O" bezeichnete Kopie No. 75 der B. A. U., welche von Glazebrook bei 15,8° = 1,00001 B. A. U. gefunden war, ist mit den 4 Normalröhren verglichen worden, wobei O die Temperatur 12,57° hatte. Mascart, de Nerville und Benoît setzen nun unter Benutzung des Temperaturkoeffizienten 0,0003 für Platinsilber, $O_{12{,}57}$ = 0,99904 B. A. U.; mit dem richtigen Koeffizienten 0,00027 ergiebt sich 0,99914.

Hiernach ist das von Mascart, de Nerville, Benoît S. 56 mitgetheilte Resultat

$$1\ m\ Hg = 0{,}95374 \text{ B. A. U.}$$

zunächst abzuändern in

$$1\ m\ Hg\ (\text{M., de N., B.}) = 0{,}95383 \text{ B. A. U.}$$

woraus

$$1\ m\ Hg\ (\text{M., de N., B.-}D) = 0{,}95378 \text{ B. A. U.}$$

d. Benoît 1885.[1])

Hier gelten dieselben Bemerkungen wie unter c, abgesehen davon, dass Benoît gereinigtes Hg verwendet hat.

Sollte — worüber ich keine Angabe gefunden habe — zur Herstellung von Drahtkopien die Quecksilbernormale bei der Zimmertemperatur benutzt werden und der Umrechnung auf 0° die Formel von Mascart, de Nerville und Benoît für den Temperaturkoeffizienten des Hg zu Grunde gelegt sein, so würden die Kopien zu gross ausgefallen sein. Nach Guillaume setze ich hier den scheinbaren Koeffizienten in Tonnelot'schem Glase für t° eines Thermometers aus gleichem Material

$$\sigma'_t = \sigma_0\,(1 + 0{,}0_387604\,t + 0{,}0_610545\,t^2),$$

woraus

$$\sigma'_{10}/\sigma_0 = 1{,}008866 \qquad \sigma'_{20}/\sigma_0 = 1{,}017943,$$

während die Formel von Mascart, de Nerville, Benoît liefert

	1,008761	1,017746
Differenz	0,000105	0,000197

Um diesen Betrag wären die Kopien zu gross.

e. Lorenz 1885[2]).

Für seine eigene Ohmbestimmung kommen die an engen Röhren erhaltenen Resultate nicht in Betracht.

Bei der sehr summarischen Darstellung (a. a. O. S. 13) vermag ich nicht zu ersehen, wie die Versuche zu der Formel für den Ausbreitungskoeffizienten führen können

$$0{,}82 - 0{,}35\ d_i/d_a$$

(d_i und d_a innerer und äusserer Durchmesser der Röhre). Denn zur Begründung derselben müsste doch wenigstens d_a variirt werden, worüber nichts angegeben ist.

Zur Reduktion einer bei 10,10° gemachten Messung (a. a. O. S. 14) benutzt Lorenz den Temperaturkoeffizienten 0,00090. Wird statt dessen die Formel b) S. 31 zu

[1]) Benoît, *Construction des étalons prototypes. (1885.)*

[2]) Lorenz, *Wied. Ann.* **25**. *S. 1. (1885.)*

Grunde gelegt, so folgt, dass die Zahl 1,26899 (a. a. O. S. 14) durch 1,26922 zu ersetzen ist.

f. Strecker 1885.[1])

Kleine Ungenauigkeiten (die Formel S. 465 ist nicht streng; S. 269 muss in der ersten Formel für W_t statt 0,000892 : 0,000884 stehen, wie schon F. Kohlrausch bemerkte) können in ihren Folgen nicht kontrolirt werden, haben aber wohl nur einen unbedeutenden Einfluss gehabt.

Nach S. 268 beobachtet Strecker bei Temperaturen von 8°—17° und reduzirt auf 10°. Da spezielle Temperaturangaben nicht vorliegen, kann nur Strecker's Werth für σ_T/σ_0 bei 10° : 1,009045 ersetzt werden durch 1,008968 (Mittel von Guillaume und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt).

Hiernach wäre

$$1\ m\ Hg\ (\text{Strecker}) = (1 - 0{,}000077)\ m\ Hg\ (\text{Strecker-}D).$$

Auf die Messungen von Strecker, die kontrolirt und z. Th. wiederholt wurden, stützt sich auch F. Kohlrausch[2]), der insbesondere das Rohr 3 von Strecker verwendete. Kohlrausch erhielt im Mittel den auf 10° reduzirten Rohrinhalt 15,2125 *g*, während Strecker fand 15,2109. Zur Rechnung wählt Kohlrausch das Mittel beider Zahlen: 15,2117, obwohl 15,2121 der kleinste von ihm beobachtete Werth ist. Mir scheint die Benutzung von 15,2125 zutreffender, wodurch das Resultat um 0,0008 / 15,2117 = 0,000053 seines Werthes kleiner wird.

Die Temperaturen des *Hg* lagen bei Kohlrausch zwischen 11° und 20°. Für 20° ist der wahre Koeffizient nach Formel a) S. 31 1,018162, nach Strecker 1,018180, also um $0{,}0_4 18$ zu gross.

Setze ich das Mittel dieser Differenz und der für 10° geltenden ($0{,}0_4 77$) in Rechnung, so wird

$$1\ m\ Hg\ (\text{Kohlrausch}) = \left(1 \begin{matrix} -0{,}000053 \\ -0{,}000048 \end{matrix}\right)$$
$$= (1 - 0{,}000101)\ m\ Hg\ (\text{Kohlrausch-}D).$$

Auch die meiner eigenen Ohmbestimmung[3]) zu Grunde liegenden Drahtwiderstände sind von Strecker und Kreichgauer mit Strecker's Rohr 2 verglichen. Nur für eine von 3 Füllungen ist der um 0,00045 *g* kleinere Strecker'sche Werth benutzt (20,1053); einen merklichen Einfluss hat dies nicht, sodass für meine Ohmbestimmung auch

$$1\ m\ Hg\ (\text{Kohlrausch}) = (1 - 0{,}000077)\ m\ Hg\ (\text{Kohlrausch-}D)$$

angesetzt werden kann, da die Temperatur des *Hg* bei der Vergleichung 11,7° war.

g. Glazebrook und Fitzpatrick 1888.[4])

Die Ersetzung des Ausbreitungskoeffizienten 0,82 durch 0,80 bedingt die verhältnissmässigen Aenderungen der Widerstände

$$\text{Röhre} \left\{ \begin{matrix} \text{VI} & 0{,}000021 \\ \text{VIII} & 20 \\ \text{II} & 22 \end{matrix} \right\} \text{Mittel } 0{,}000021$$

[1]) Strecker, *Wied. Ann.* **25.** *S. 252. (1885.)*
[2]) F. Kohlrausch, *Abh. d. bayr. Ak.* **16.** *(1888.)*
[3]) Dorn, *Wied. Ann.* **36.** *S. 22. (1889.)*
[4]) Glazebrook and Fitzpatrick, *Phil. Trans. Vol. 179. S. 351. (1888.)*

$$\text{Röhre}\left\{\begin{matrix}\text{V}\ 0{,}000029\\ \text{IX}\qquad\ 30\end{matrix}\right\}\ \text{Mittel}\ 0{,}000030$$

$$\text{„}\left\{\begin{matrix}\text{I}\ 0{,}000040\\ \text{III}\qquad\ 38\end{matrix}\right\}\ \text{„}\quad 0{,}000039$$

Da nun Glazebrook und Fitzpatrick den durch Klammern zusammengefassten Röhrengruppen (1, $^1/_2$, $^1/_3$ *B. A. U.* entsprechend) die Gewichte 3, 2, 1 beilegen, so ergiebt sich eine Aenderung ihres Resultates im Verhältniss $1 - 0{,}000027$.

Glazebrook und Fitzpatrick messen die Röhrenfüllung bei Zimmertemperatur, deren Mittel nach demselben Schema wie oben berechnet, 9,7° betrug. Soll der Ausdehnungskoeffizient des *Hg* statt $0{,}0_3 182 : 0{,}0_3 180$ gesetzt werden, so tritt hierdurch der Faktor

$$1 - 0{,}000002 \cdot 9{,}7 = 1 - 0{,}000019$$

auf.

Die ebenfalls wie oben bestimmte Mitteltemperatur der Endgefässe war 1,4°. Aus der Figur (Glazebrook und Fitzpatrick, S. 375) entnehme ich für 0,95352 die Aenderung 0,000074, was einer Vermehrung im Verhältnisse $1 + 0{,}000078$ entspricht.

Alles zusammengefasst ist also

$$1\ m\ Hg\ (\text{Glazebrook u. Fitzpatrick}) = \begin{pmatrix} 1 - 0{,}000027 \\ - 0{,}000019 \\ + 0{,}000078 \end{pmatrix} = (1 + 0{,}000032)\ m\ Hg\ (\text{Gl. u. F.-}D)$$

und

$$1\ m\ Hg\ (\text{Gl. u. F.-}D) = \frac{0{,}95352}{1{,}000032} = 0{,}95348\ \text{B. A. U.}$$

h. Hutchinson und Wilkes 1889.[1])

Gegen diese Arbeit walten erhebliche Bedenken ob. Finden sich doch Differenzen der Längenmessung bis zu 0,3 *mm* (vgl. Röhre VI); auf die unzulässige Abgrenzung der zu wägenden Quecksilbermasse mit den Fingern (freilich dann willkürlich korrigirt) wurde schon früher hingewiesen.

Durch Einführung von 0,80 statt 0,82 als Ausbreitungskoeffizient tritt eine Aenderung im Verhältniss $1 - 0{,}000015$ ein; wegen Ersetzung der Dichte des *Hg* bei 0°: 13,595 durch 13,5956 im Verhältniss $1 + 0{,}000044$.

Da die Endgefässe noch $+ 0{,}5°$ hatten, so würde, falls der von Glazebrook und Fitzpatrick beobachtete Einfluss auch hier als zutreffend angenommen wird, der Faktor $1 + 0{,}000025$ anzubringen sein.

Hienach wird

$$1\ m\ Hg\ (\text{Hutchinson u. Wilkes}) = \begin{pmatrix} 1 - 0{,}000015 \\ + 0{,}000044 \\ + 0{,}000025 \end{pmatrix} = (1 + 0{,}000054)\ m\ Hg\ (\text{H. u. W.-}D),$$

somit

$$1\ m\ Hg\ (\text{H. u. W.-}D) = \frac{0{,}95341}{1 + 0{,}000054} = 0{,}95336\ \text{B. A. U.}$$

i. Passavant 1890.[2])

Die Einführung von $a = 0{,}80$ statt 0,82 ergiebt

$$1\ m\ Hg\ (\text{Passavant}) = (1 - 0{,}000023)\ m\ Hg\ (\text{P.-}D).$$

[1]) Hutchinson u. Wilkes, *Phil. Mag.* (V.) **28.** *S. 17.* (*1889*).

[2]) Passavant, *Wied. Ann.* **40.** *S. 505.* (*1890*).

Weil die Temperatur der Röhrenfüllungen nicht angegeben ist, kann die geringfügige Reduktion wegen des Ausdehnungskoeffizienten des *Hg* nicht angebracht werden (Passavant benutzt $0{,}0_3\,181$).

k. Lindeck 1891.[1])

Da die Temperatur bei den Auswägungen 18° betrug, folgt bei Ersetzung des Koeffizienten $0{,}0_3\,182$ durch $0{,}0_3\,180$ und Einführung von $a = 0{,}80$

$$1\ m\ Hg\,(\text{Lindeck}) = \begin{pmatrix} 1 - 0{,}000036 \\ - 0{,}000020 \end{pmatrix} = (1 - 0{,}000056)\ m\ Hg\,(\text{L.-}D.)$$

In einer mir gemachten Privatmittheilung über vorläufige Vergleichungen der Normalröhren der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt mit Kopien anderer Einheiten bedient sich Lindeck des Temperaturkoeffizienten von Mascart, de Nerville, Benoît. Da die Normalröhren bei 18° beobachtet waren, ist statt 1,01608 nach a) (S. 31) einzuführen $1{,}01630_5$, sodass also für diese Vergleichungen ist

$$1\ m\ Hg\,(\text{Lindeck}) = (1 + 0{,}00017)\ m\ Hg\,(\text{Lindeck-}D)\,^{2)}.$$

10. Ausgeführte Vergleichungen.

Zur Beurtheilung der Kopirungen der *Hg*-Widerstände und der Vergleichungen wären öfter mehr Einzelheiten erwünscht, als von den Autoren angegeben werden.

Form und Weite der Endansätze an den Röhren, Höhe der *Hg*-Füllung in denselben, Dicke der eintauchenden Elektroden sind nicht ohne Bedeutung.

Bei der grossen Verschiedenheit des Temperaturkoeffizienten des *Hg* nach den einzelnen Beobachtern ist es sehr wesentlich, ob die Kopirung bezw. Vergleichung in Eis oder bei Zimmertemperatur vorgenommen wurde; nur wenn zwei Quecksilberröhren untereinander verglichen werden, ist dieser Umstand ohne Einfluss.

Die Stärke des die *Hg*-Röhre durchfliessenden Stromes und die Dauer des Stromschlusses bei der Messung ist auf die Genauigkeit der Messungen von erheblichem Einfluss. Eine einfache Rechnung lehrt, dass ein Strom von 1 Ampère in einer Sekunde das Quecksilber einer Röhre von 1 *m* Länge und 1 *qmm* Querschnitt um etwa 0,52° erwärmt, woher eine Vermehrung des Widerstandes um rund $^1/_{2000}$ erfolgt. Ein Theil der entwickelten Wärme wird ja an die Glasröhre und weiter an das Wasserbad abgegeben; aber es beobachtete z. B. Strecker[3]) bei 8 *sec.* dauerndem Schluss eines Stromes von $^1/_8 - ^1/_2$ *Amp.* eine Aenderung des Widerstandsverhältnisses (Quecksilber und Neusilber) im Betrage von 0,0001 — 0,0003, sodass er den Strom nur für kleine Bruchtheile einer Sekunde schloss.

Die weitaus meisten Vergleichungen sind so ausgeführt, dass ein Beobachter seine Normalröhren mit einem Drahtwiderstand verglich und diesen dem andern übersandte. Volle Sicherheit gegen Veränderungen des Drahtes zwischen den Beobachtungen kann nur erlangt werden, wenn der Draht zuletzt wieder von dem ersten Beobachter untersucht wird.

Bei der Platinsilberlegirung, welche für Kopien der *British Association Unit* (*B. A. U.*) in der Regel benutzt ist, scheinen sich diese Variationen in ziemlich engen Grenzen gehalten zu haben; Neusilber zeigt eine zuerst schnellere, dann langsamere Zunahme des Widerstandes, welche 0,002 des Ganzen und mehr er-

1) Lindeck, *Zeitschr. für Instrum. Mai 1891.*
2) Nämlich (1 — 0,000056 + 0,000225).
3) Strecker, *Wied. Ann. 25. S. 457.*

reichen kann. Leider besass durch einen unglücklichen Zufall gerade der von Siemens & Halske für die Doseneinheiten in der ersten Hälfte der achtziger Jahre verwendete Neusilberdraht diese unangenehme Eigenschaft in besonders hohem Grade; es ist zu bedauern, dass damals die Untersuchungen der Reichsanstalt über „Patentnickel" und „Mangannickelkupfer" noch nicht vorlagen.

Ich habe nun zunächst in Tabelle I die mir zugänglichen Vergleichungen der *Hg*-Einheiten der verschiedenen Autoren zusammengestellt, und in Tabelle I^a den Werth der Quecksilbereinheit in *B. A. U.* hinzugefügt. In Tabelle I und I^a sind die Zahlen ohne alle Reduktionen so mitgetheilt, wie sie sich bei den darunter verzeichneten Autoren finden oder unmittelbar aus deren Angaben folgen. Die hochstehenden Ziffern verweisen auf die zu Tabelle I und I^a gehörige Quellenangabe.

Im Einzelnen ist noch Folgendes zu bemerken.

Die Siemens-Einheit, Nro 2713, deren sich Lorenz[1]) bediente, war im Dezember 1882 verifizirt, während die eigenen Beobachtungen von Lorenz etwa 2 Jahre später fallen. Es war daher der Widerstand der Nro 2713 sicher grösser, als es dem Vermerk von Siemens und Halske entsprach.

„Lindeck" verweist auf ein an mich gerichtetes Schreiben der Abth. II der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt vom 28. März 1892, in welchem über eine vorläufige Vergleichung der Quecksilbernormalen dieser Anstalt mit einigen Drahtwiderständen Mittheilung gemacht ist.

Mit einem Fragezeichen versehen habe ich zunächst alle Werthe, welche auf Lord Rayleigh's Resultat 1 *m Hg* (Rayleigh) = 0,95412 *B. A. U.* zurückgehen, ferner die auf der *S. E.* No. 2713 basirenden (Lorenz, s. d. S. oben), sodann Passavant's Vergleichung mit der Siemens'schen Quecksilberkopie No. 103 Novbr. 1888[2]), bei deren Füllung auch Passavant Schwierigkeiten fand, und endlich Lindeck's Zahlen, soweit dieselben das Verhältniss der Drähte zu den Röhren der Reichsanstalt darstellen. Die Gründe werden, soweit dieselben noch nicht angegeben sind, aus dem Folgenden hervorgehen.

In Tabelle II und II^a ist das Resultat einer Umrechnung wesentlich auf Grund der Erörterungen des § 9 mitgetheilt, denen noch Folgendes hinzuzufügen ist.

Die Einheiten Siemens & Halske 1882/85 und 1885/89 habe ich ohne Umrechnung beibehalten.

Strecker verglich 5 Drahtkopien seiner Röhren mit den Normalröhren von Siemens & Halske und beabsichtigte, für die Berechnung des Widerstandes dieser letzteren den Ausbreitungskoeffizienten $a = 0{,}80$ und seinen Temperaturkoeffizienten einzuführen, Er giebt als Resultat den befremdlichen Werth 1 *S. E.* nach der Umrechnung = 0,99920 *m Hg* (Strecker). Es hat schon Salvioni[3]) darauf aufmerksam gemacht, dass Strecker hiebei in den Irrthum verfiel, anzunehmen, Siemens habe bei seiner Berechnung für beide Enden 1,0 . r angesetzt, während thatsächlich 2,0 . r angesetzt worden ist. In Folge dessen sind Streckers Angaben *(Wied. Ann. 25, S. 486)*:

---

[1]) Lorenz, *Wied. Ann.* **25.** *S. 14.*

[2]) Passavant, *Wied. Ann.* **40.** *S. 521.*

[3]) *Salvioni, Rendiconti Acc. d. Lincei, Vol.* **5.** *2. Sem. S. 146. (1889).*

Tab. I.	…*Hg* …ook & …trick …8	*m Hg* Hutchinson & Wilkes 1889	*m Hg* Passavant 1890	*m Hg* Lindeck 1891	*m Hg* Salvioni 1889
1 *m Hg* Siemens & Halske 1882/85 =					1 + 0,00000[13]) Salvioni 1889
Siemens & Halske 1885/89 =	…002[12]) …: 1890		1 − 0,00056?[11]) Passavant 1890	1 − 0,00029?[12]) Lindeck 1890	1 + 0,00023[13]) Salvioni 1889
Lord Rayleigh 1883 =					
Mascart, de Nerville, Benoit 1884 =					
Benoit 1885 =	…007[12]) …. 1890 …004[9]) …ok 1891		1 − 0,00005[11]) Guillaume 1890	1 − 0,00024?[12]) Lindeck 1890	1 + 0,00039[13]) Salvioni 1889
Lorenz 1885 =					
Strecker 1885 =					
Kohlrausch 1886/87 =	…015[8]) …A. U. …ok 1887 …007[12]) …ck 1890	.		1 − 0,00038?[12]) Lindeck 1890	1 + 0,00009[13]) Salvioni 1889
Glazebrook & Fitzpatrick 1888 =		1 + 0,00012[10]) aus B. A. U. H. & W. 1889		1 − 0,00031?[12]) Lindeck 1890	1 − 0,00002[13]) aus B. A. U. Salvioni 1890
Hutchinson & Wilkes 1889 =					
Passavant 1890 =					
Lindeck 1891 =					
Salvioni 1889 =					

Tab. Ia. 1 *m Hg* von	…ok & …rick …8	Hutchinson & Wilkes 1889	Passavant 1890	Lindeck 1891	Salvioni 1889/90
= B. A. U.	…2[8]) … 1888 … N … I	0,95341[10]) H. & W. 1889			0,95354[13]) Salvioni 1890

1) Diese Abh…
2) Rayleigh …
3) Mascart, …
4) Lorenz, …
5) Strecker, …

11) Passavant, *Wied. Ann. Bd.* **40.** *1890. S. 521., 522., 523.*
12) Mittheilung der Phys.-Techn. Reichsanstalt an den Verfasser.
13) Salvioni, *Rendic. della R. Acc. dei Lincei Vol.* **5.**, *2. Sem. S. 148. u. Vol.* **6.** *2. Sem. S. 322.*

Hg ...sch (*D*) 6/87	*m Hg* Glazebrook & Fitzpatrick (*D*) 1888	*m Hg* Hutchinson & Wilkes (*D*) 1889	*m Hg* Passavant (*D*) 1890	*m Hg* Lindeck (*D*) 1891	*m Hg* Salvioni 1889
,00019 Si..i 1889					1 ± 0,00000 Salvioni 1889
,00004 ...i 1889 ,00001 k 1890	1 + 0,00005 Lindeck 1890		1 — 0,00058? Passavant 1890	1 — 0,00012 Lindeck 1890	1 + 0,00023 Salvioni 1889
..00031? Lo. A. U. ...ok 1887					
Ma..					
,00004 k 1890 00033? ...sch Br.	1 + 0,00010 Lindeck 1890 1 — 0,00001 Glazebrook 1891		1 — 0,00008 Guillaume 1890	1 — 0,00007 Lindeck 1890	1 + 0,00039 Salvioni 1889
F	1 ± 0,00000 aus B. A. U. Glazebrook 1887 1 + 0,00006 Lindeck 1890			1 — 0,00011 Lindeck 1890	1 + 0,00019 Salvioni 1889
),00000 .. A. U. ...ook 1887),00006 ..k 1890		1 + 0,00013 aus B. A. U. H. & W. 1889		1 — 0,00017 Lindeck 1890	1 — 0,00006 aus B. A. U. Salvioni 1890
	1 — 0,00013 aus B. A. U. H. & W. 1889				
),00011 ..k 1890	1 + 0,00017 Lindeck 1890				
),00019 ni 1889	1 + 0,00006 aus B. A. U. Salvioni 1889				

...usch (*D*) 86/87	Glazebrook & Fitzpatrick (*D*) 1888	Hutchinson & Wilkes (*D*) 1889	Passavant (*D*) 1890	Lindeck (*D*) 1891	Salvioni 1889/90
..5348 ...ook 1887? Rowland 1887 0,95349	0,95348 Glazebrook 1888	0,95336 H. & W. 1889			0,95354 Salvioni 1890

	Rohr No. 17 bei 0°	0,34403 Q. E.
	„ „ 122 „	1,01381
	„ „ 124 „	0,73833
zu ersetzen durch:		0,34350
		1,01290
		0,73756,

und die 3. und 4. Spalte (S. 487) muss lauten:

S.-E. (nach der Umrechnung)	Differenz (Würzburg-Berlin)
1,00379	0,00036
1,00297	0,00027
0,99926	0,00023
0,99815	0,00022
0,99657	0,00022

sodass schliesslich im Mittel folgt

1 *S.-E.* umgerechnet = 1,00026 *m Hg* (Strecker)[1])

Hiermit ist der Widerspruch der Messungen in Würzburg und Berlin, der so auffällig war, gehoben.

Die Siemens'schen Normalröhren hatten bei den Beobachtungen die Temperatur 14°—16°. Ersetze ich für 15° den Strecker'schen Temperaturkoeffizienten durch a) S. 31, so kommt:

1 *S. E.* umgerechnet = 1,00032$_4$ *m Hg* (Strecker)
= 1,00025 *m Hg* (Strecker—D).

Ueber die Messungen von Lindeck ist das Erforderliche schon S. 37 angegeben; Salvioni's Werthe habe ich aus dem S. 29 erörterten Grunde nicht umgerechnet.

In Tabelle II möchte ich als fraglich zunächst die Messungen von Lorenz und Passavant's Vergleichung mit der Siemens'schen Quecksilberkopie bezeichnen, dann die Beziehung zwischen Lord Rayleigh einerseits und Strecker und Kohlrausch andererseits, weil hier über die *B. A. U.* Zweifel obwalten.

Betrachtet man zunächst die Tabelle II^a^, so bemerkt man sofort eine scharfe Scheidung der vor und nach 1885 vorgenommenen Vergleichungen der *B. A. U.* mit Quecksilbereinheiten. Erstere geben für eine *Q.-E.* im Mittel 0,95375, letztere 0,95346. Es muss unentschieden bleiben, ob hier eine Zunahme des Widerstandes vorliegt, oder ob der Grund in einer Aenderung des Beobachtungsverfahrens in Cambridge zu suchen ist. Jedenfalls wäre aber vor 1885 der erste Werth anzuwenden.

Die in Tabelle II verzeichneten Differenzen überschreiten nur selten 0,0002. Insbesondere ordnet sich nun auch die Bestimmung von Rayleigh in die Reihe der übrigen ein.

Unter den noch vorhandenen grossen Differenzen kommen die zwischen Rayleigh einerseits nnd Strecker und Kohlrausch andererseits (0,00038 u. 0,00031) wohl auf Rechnung der *B. A. U.*

Benoit zeigt zwei auffällig hohe Werthe (0,00039 gegen Salvioni und 0,00033

---

[1]) Hiermit stimmt sehr nahe eine im Laboratorium von Siemens & Halske vorgenommene Neuberechnung der Strecker'schen Beobachtungen durch Dr. Rasehorn, von der dem Verfasser Mittheilung gemacht wurde. Es ist danach

1 S.-E. umgerechnet = 1,00030 *m Hg* (Strecker).

gegen Kohlrausch nach brieflicher Mittheilung). Beide beruhen aber auf Benutzung Benoît'scher Quecksilberkopien, während eine direkte Vergleichung mit den Normalröhren (Passavant und Guillaume) und in Paris verifizirten Drahtwiderständen (Lindeck) derartige Differenzen nicht aufweist. Der Grund scheint mir also in der Verifizirung der Quecksilberkopien zu liegen, speciell vielleicht in der Anwendung der Benoît'schen Platinelektroden.

Kohlrausch's Messungen beruhen zum Theil auf Strecker's Arbeiten, deshalb scheint die Differenz gegen Strecker zunächst auffällig. Kohlrausch hat aber ein Versehen Strecker's bei der Einführung der Glasausdehnung berichtigt und nicht alle Röhren Strecker's benutzt, sondern nur die eine, welche nahe gleichen Widerstand wie sein Multiplikator besass.

Lindeck's Messungen sind nur als provisorische bezeichnet, trotzdem sind die Differenzen gering.

Im Allgemeinen ist die Uebereinstimmung recht befriedigend; die vorgenommene Umrechnung hat die Unterschiede vielfach herabgesetzt.

Ich möchte an dieser Stelle eine kleine Bemerkung zu der Abhandlung von Glazebrook[1]) *(On the value of some mercury resistance standards)* hinzufügen. Seine Umrechnung der Quecksilbereinheit von Strecker und Kohlrausch ist unzutreffend, da er übersieht, dass die Strecker'sche Zahl 1,00904 für den spezifischen Widerstand des *Hg* bei 10° sich auf den wahren spezifischen Widerstand bezieht, und dass Strecker die Temperaturen mit dem Luftthermometer misst.

II. Die absoluten Widerstandsmessungen.

1. Methode der Dämpfung (Dritte Methode von W. Weber[2]).

Da Rayleigh in seiner Vergleichung der Methoden der absoluten Widerstandsmessung[2]) diese Methode nicht erwähnt, so mögen zunächst einige Erörterungen über den Werth derselben im Vergleich mit andern Platz finden.

Bedeutet:

G die Galvanometerkonstante,
M das magnetische Moment des Magnets,
H die horizontale Feldstärke im Multiplikator,
τ die Schwingungsdauer,
Λ das natürliche logarithmische Dekrement des Magnets,

so ist der absolute Widerstand der Multiplikatorleitung, abgesehen von gewissen Korrektionen:

$$W = \frac{\pi}{2} \frac{1}{\tau} G^2 \frac{M}{H} \frac{\sqrt{\pi^2 + \Lambda^2}}{\Lambda}. \text{[4])}$$

Die Korrektionen rühren her von der Torsion des Aufhängefadens, Selbstinduktion[5]), Abhängigkeit von G und Λ von der Amplitude[6]), Luftdämpfung, dem induzirten Magnetismus (und zwar Längs- und Quermoment)[7]) magnetischen Lokaleinflüssen und der Veränderlichkeit mehrerer Grössen mit der Temperatur.

Soll das logarithmische Dekrement mit einer genügenden prozentischen Genauigkeit ermittelt werden, so sind Dimensionen der Galvanometerwindungen,

---

[1]) Glazebrook, *Phil. Mag.* (V) **32.** *S. 70. (1891.)*
[2]) W. Weber, *Abh. d. k. sächs. Ges. d. W.* **1.** *S. 232. (1852).*
[3]) Rayleigh, *Phil. Mag.* (V) **14.** *S. 329. (1882).*
[4]) S. z. B. Kohlrausch, *Abh. d. bayr. Ak. Bd.* **16.** *S. 633. (1888).*
[5]) Dorn, *Wied. Ann.* **17.** *S. 781 (1882)* und *Wied. Ann.* **22,** *S. 265 (1884).*
[6]) Schering, *Wied. Ann.* **9.** *S. 287. (1880).*
[7]) Dorn, *Wied. Ann.* **35.** *S. 189. (1888).*

welche eine Berechnung von G aus den Dimensionen gestatten, ausgeschlossen; vielmehr müssen die Galvanometerwindungen den kräftigen einzelnen Magnet ziemlich nahe umschliessen. Die Bestimmung von G muss daher nach einem von mir eingeführten Verfahren[1]) durch Vergleichung mit einer sorgfältig ausgemessenen Tangentenbussole erfolgen, indem man einen bekannten Bruchtheil des vermittelst der Tangentenbussole gemessenen Stammstromes durch das Galvanometer leitet.

Die Genauigkeit, mit welcher das in der Formel quadratisch auftretende G bestimmt werden kann, hängt also ab von der Schärfe der Ausmessung der nur **eine** Lage bildenden Windungen der Tangentenbussole und des (allerdings etwas unbequemen) Verhältnisses zweier metallischer Widerstände. (1 : 500 bis 1 : 1000).

In den sämmtlichen von Rayleigh besprochenen Methoden tritt nun der mittlere Radius wenigstens einer Drahtrolle von **vielen** Windungen eines besponnenen Drahtes auf, und der hierbei zu erwartende Fehler übersteigt meines Erachtens den wegen G^2 in der modifizirten dritten Methode von Weber.

An einer anderen Stelle hat Rayleigh[2]) gegen die Dämpfungsmethode Bedenken ausgesprochen, welche im wesentlichen darauf hinauskommen, dass in der Metallmasse des Magnets durch seine Bewegung im Magnetfelde und durch die Rückwirkung der Ströme im Multiplikator Ströme erregt werden, welche den Magnetismus beeinflussen und sonst zu Störungen Veranlassung geben.

Ich habe aber nachgewiesen, dass diese Einflüsse unwahrnehmbar klein sind.[3]) Zu dem gleichen Resultate führte eine Experimentaluntersuchung von Kohlrausch,[4]) der einen Kupferstab gleicher Form wie der Magnet im Multiplikator schwingen liess, während derselbe von Strömen der Intensität 0 bis 0,1 Ampère durchflossen war.

Die Ermittelung von M/H und Λ ist unschwer mit erheblicher Genauigkeit ausführbar.

Freilich bedingt die Ausführung der Dämpfungsmethode eine grosse Zahl von Nebenuntersuchungen und Hilfsbestimmungen, wie schon oben (S. 40) erwähnt wurde, doch tritt hier nirgend eine sehr erhebliche Schwierigkeit auf.

Um einen unbegründeten Einwand gegen die Methode der Dämpfung vorweg abzuschneiden, mag noch besonders hervorgehoben werden, dass die Entwickelungen von K. Schering[5]) (sowie die gleichwerthigen von Chwolson[6])) ermöglichen, den Einfluss der Veränderlichkeit der Galvanometerfunktion mit der Ablenkung auf die Dämpfung in Rechnung zu ziehen. Dies geschieht am bequemsten in der Weise, dass unter Benutzung geeigneter Hilfsbeobachtungen die Galvanometerfunktion sowie das logarithmische Dekrement auf ∞ kleine Amplituden reduzirt wird. Diese Reduktion ist von Wild, F. Kohlrausch und mir selbst angebracht, und ich habe noch in einer besonderen Nebenuntersuchung[7]) nachgewiesen, dass die bei verschiedenen Amplituden beobachteten logarithmischen Dekremente bei Anwendung der Schering'schen Formeln wirklich auf dasselbe Dekrement für ∞ kleine Amplituden führen.

---

[1]) Dorn, *Wied. Ann.* ***17.*** *S. 773. (1882).*
[2]) Rayleigh, *Wied. Ann.* ***24.*** *S. 214. (1885).*
[3]) Dorn, *Wied. Ann.* ***35.*** *S. 189. (1888).*
[4]) Kohlrausch, *Abh. d. bayr. Ak. Bd.* ***16.*** *S. 678. (1888).*
[5]) K. Schering, *Wied. Ann.* ***9.*** *S. 287. (1880).*
[6]) Chwolson, *Mém. de l'Ac. des Sc. de St. Pétersbourg T.* ***26*** und ***28.***
[7]) Dorn, *Wied. Ann.* ***36.*** *S. 64. (1889).*

Ich wende mich zu den einzelnen nach dieser Methode ausgeführten Arbeiten.

a. Wild 1884.[1])

In der ersten Fassung der Arbeit ist das Widerstandsverhältniss bei der Stromverzweigung zur Bestimmung von G durch einen Fehler entstellt, welcher in der Nichtberücksichtigung einer Konstruktionseigenthümlichkeit der Siemens-schen Stöpselrheostaten seinen Grund hatte.

Von mir hierauf hingewiesen, hat Wild diesen Fehler beseitigt und verbessert sein Resultat an der zweiten angeführten Stelle in

$$1\,Ohm = 1{,}06027 \text{ Siemens-Einheiten.}$$

Hieran ist indessen noch eine weitere Reduktion anzubringen.

Um die Veränderung des magnetischen Moments durch die Horizontalkomponente des Erdmagnetismus bei den Dämpfungs- und Schwingungsbeobachtungen zu vermeiden, hatte Wild den Magnet unter Benutzung einer Bifilaraufhängung senkrecht zu dem magnetischen Meridian gestellt.

Eine genauere Untersuchung ergab mir[2]) aber das im ersten Augenblick befremdende Resultat, dass diese Anordnung ihren Zweck nicht erreicht, vielmehr der Einfluss des induzirten Längs- und Quermomentes merklich derselbe ist, wie bei der gewöhnlichen Unifilaraufhängung. Nach Formel 20) meiner eben erwähnten Arbeit ist das Resultat von Wild zu dividiren durch

$$1 - \frac{(\gamma - \alpha)\,H}{M}\,tg\,z,$$

wo: H die Horizontalintensität, M das Moment des Magnets bei Abwesenheit äusserer Einwirkung, γ und α das durch die magnetisirende Kraft 1 induzirte Längs- und Quermoment, z der Winkel zwischen den Vertikalebenen durch die oberen und die unteren Enden der Fäden des Bifilars.

Auf meine Bitte hat Wild durch Herrn Dr. Leyst den Induktionskoeffizienten des von ihm benutzten Magnets bestimmen lassen. Er giebt an

$$M = 2{,}936 \,.\, 10^6,\quad \nu = \gamma / M = 0{,}0008992.$$

Sehe ich von der — für den vorliegenden Magnet nicht experimentell ermittelten — Quermagnetisirung zunächst ab, so ist, da im Mittel $z = 46^\circ 1'$ (Wild, S. 111), der Divisor

$$1 - \frac{\gamma H}{M}\,tg\,z = 0{,}998445,$$

und es folgt

$$1\,Ohm = \frac{1{,}06027}{0{,}998445} = 1{,}06192\,m\,Hg \text{ (Siemens \& Halske 1882/85)}$$

Wollte ich den Koeffizienten der Quermagnetisirung α im Anschluss an meine Bestimmungen[3]) etwa auf $^1/_{10}\,\gamma$ schätzen, so würde sich ergeben:

$$1 - \frac{(\gamma - \alpha)\,H}{M}\,tg\,z = 1 - 0{,}00140$$

und

$$1\,Ohm = \frac{1{,}06027}{1 - 0{,}00140} = 1{,}06176\,m\,Hg \text{ (Siemens \& Halske 1882/85).}$$

Anderweitige kleine Inkorrektheiten (z. B. fehlt bei Wild in Formel 46' S. 22 der merkliche Einfluss einer Deklinationsänderung, ferner ist die Quer-

[1]) Wild, *Mém. de l'Ac. des Sc. St. Pétersbourg*, *Tome* **32**, *Nro.* 2 und *Wied. Ann.* **23**, *S.* 665. (*1884*).

[2]) Dorn, *Wied. Ann.* **35**. *S.* 270. (*1888*).

[3]) Dorn, *Wied. Ann.* **35**. *S.* 275. (*1888*).

magnetisirung des Hilfsmagnets nicht berücksichtigt) dürften auf das Endresultat keine merkliche Einwirkung haben.

Dagegen muss der sehr erhebliche Eisengehalt des Multiplikators, welcher das Endresultat um mehr als 0,4 Prozent beeinflusst, Bedenken erregen, besonders da eine Theorie seiner Einwirkung auf das logarithmische Dekrement bei geschlossenem und geöffnetem Multiplikator nicht entwickelt ist.

Insbesondere kommt hierbei die von Warburg[1]) entdeckte, gegenwärtig als „Hysteresis“ bezeichnete Erscheinung in Betracht.

Nach den Untersuchungen von Himstedt[2]) nimmt bei Eisendämpfung das logarithmische Dekrement mit abnehmendem Bogen ebenfalls ab.

Der Eisengehalt wird also bewirken, dass bei den Dämpfungsbeobachtungen mit geschlossenem Multiplikator der grosse Bogen verhältnissmässig stärker herabgesetzt wird, als der kleine, also das logarithmische Dekrement zu klein ausfallen muss. Für die Luftdämpfung, wo die Bogen langsam abnehmen, tritt dieser Einfluss weniger hervor. Der Werth des Ohm als *Hg*-Säule würde hiernach zu klein ausfallen.

b. F. Kohlrausch 1888.[3])

Diese Untersuchung ist mit ausserordentlicher Sorgfalt und unter Aufwendung grosser Hilfsmittel angestellt.

Die Multiplikatoren sind aus eisenfreiem Kupferdraht[4]) gefertigt und übten nach Fertigstellung einen minimalen diamagnetischen Lokaleinfluss aus ($^1/_{20000}$); die magnetischen Instrumentaleinflüsse der sonst benutzten Magnetometer waren direkt bestimmt und überschritten kaum $^1/_{2000}$.

Der Widerstand des Galvanometerkreises wurde durch Vermittelung von Neusilberrollen stets direkt auf die Quecksilbernormalröhren bezogen; das Verhältniss der Widerstände der Stromverzweigung wurde mit Hilfe einer sinnreichen Anordnung jedesmal unmittelbar genau ermittelt.

Die Beobachtungen zerfallen in zwei Hauptgruppen.

Bei der ersten wurde eine Tangentenbussole mit einem Kupferreif benutzt, bei der zweiten eine grosse Tangentenbussole von etwa 160 *cm* Durchmesser, welche den Multiplikatorrahmen umgab, sodass eine sehr direkte Bestimmung der Galvanometerkonstante ermöglicht war. Auch wurde zur Erleichterung der Widerstandsvergleichung das Galvanometer bifilar gewickelt.

Die Resultate der beiden Reihen sind

1886: 1 *Ohm* = 1,06405 *m Hg* (Kohlrausch)
1887: 1 *Ohm* = 1,06274 *m Hg* (Kohlrausch).

Es fragt sich nun, welches der Grund der sehr auffälligen Differenz ist.

Kohlrausch selbst hebt als mögliche Ursachen hervor (a. a. O. S. 733) die Fehler in der Multiplikatorfunktion, im Polabstand, den magnetischen Lokaleinflüssen und den Dämpfungsbeobachtungen. Er ist nach einer brieflichen Mittheilung geneigt, den Fehler hauptsächlich in der Schwierigkeit der Bestimmung der Multiplikatorfunktion in seiner ersten Versuchsanordnung zu suchen.

Ich halte diese Erklärung nicht für wahrscheinlich, da eine experimentelle Vergleichung der beiden zur Tangentenbussole gebrauchten Stromkreise (Kohlrausch S. 690 ff.) Identität mit der Rechnung nach den Dimensionen gab.

---

[1]) Warburg, *Wied. Ann.* **13**. *S. 141. (1881).*
[2]) Himstedt, *Wied. Ann.* **14**. *S. 483. (1881).*
[3]) F. Kohlrausch, *Abh. der bayr. Ak. d. W. Bd.* **16**, *(1888).*
[4]) Derselbe war unter meiner Aufsicht hergestellt.

S. 719 kritisirt Kohlrausch aber auch die Dämpfungsbeobachtungen der ersten Gruppe, und hier scheint mir in der That der wesentliche Grund der Abweichungen zu liegen.

Am 3., 6., 10. Februar 1886 betrug die Schwingungsdauer nur 8,2 *sec.*, sodass die Ablesung der Umkehrpunkte kaum mit der erforderlichen Genauigkeit möglich war. Ferner waren die letzten Bogen (42—45 Skalentheile) zu klein, und ein geringer Beobachtungsfehler gewinnt einen grossen Einfluss auf das logarithmische Dekrement.

Dass eine Fehlerquelle bei den Dämpfungsbeobachtungen vorlag, — sei es eine Störung in den Instrumenten oder nach Kohlrausch's Meinung eine Neigung des Beobachters zur Wiederholung desselben Ablesefehlers — geht daraus hervor, dass nach Anbringung der Schering'schen Reduktion[1]) auf ∞ kleine Amplituden die reduzirten logarithmischen Dekremente mit abnehmender Amplitude wachsen.

Für die Beobachtungen vom 12., 13., 14. August 1886 wurde die Schwingungsdauer durch Zusatzgewichte auf 13,6 *sec.* gebracht. Trotzdem blieb die Differenz der reduzirten logarithmischen Dekremente bestehen und zwar besonders am 12. August.

Im Jahre 1887 (der Multiplikator war inzwischen neu gewickelt) ist diese Anomalie verschwunden.

Kohlrausch legt in seiner Abhandlung der zweiten Reihe das doppelte Gewicht bei und giebt als Endwerth

1 *Ohm* = 1,0632 *m Hg* (Kohlrausch).

Lässt man die mit Benutzung des kleinsten Bogens erhaltenen logarithmischen Dekremente fort, so werden die Resultate von 1886:[2])

Febr. 3	Febr. 6	Febr. 10	Aug. 12	Aug. 13	Aug. 14
1,0632	1,0642	1,0639	1,0638	1,0641	10637

Mittel 1,06382

während für 1887 keine merkliche Aenderung sich ergiebt (um – 0,00004).

Das ebenso wie oben berechnete Hauptmittel wäre dann

1 *Ohm* = 1,06307 *m Hg* (Kohlrausch).

Da bei der zweiten Reihe (1887) ein erheblich vortheilhafteres Verfahren zur Lösung des schwierigsten Theils der Aufgabe, der Bestimmung der Galvanometerfunktion eingeschlagen ist, ferner ein Bedenken gegen die Dämpfungsbeobachtungen hier nicht vorliegt, so wäre ich geneigt, die erste Reihe ganz zu unterdrücken, wogegen Kohlrausch selbst keinen Einwand erhebt.

Da nun nach S. 35

1 *m Hg* (Kohlrausch) = (1 – 0,00010) *m Hg* (Kohlrausch-*D*)

so folgt 1 *Ohm* =

aus dem Endwerthe der Abhandlung: 1,06310 }
bei Fortlassung der kleinsten Bogen: 1,06297 } *m Hg* (Kohlrausch-*D*)
aus der zweiten Reihe allein: 1,06264 }

Schliesslich will ich noch erwähnen, dass ich keine Korrektion habe auffinden können, die Kohlrausch bei der Berechnung seiner absoluten Widerstandsmessung übersehen hätte.

c. Dorn 1889.[3])

Auch bei meiner Untersuchung habe ich nachträglich keine Reduktion mehr entdeckt, die noch anzubringen gewesen wäre.

---

[1]) Die Richtigkeit der Rechnung habe ich kontrolirt.

[2]) Mittheilung von Kohlrausch.

[3]) Dorn, *Wied. Ann.* **36**, *S. 22. (1889)*.

Im Einzelnen möchte ich noch folgende Punkte hervorheben.

Bevor ich die Konstruktion der Apparate begann, stellte ich Versuche über die Verarbeitung des Kupfers an, in deren Verlauf es mir gelang, unmagnetischen Guss und Draht zu erhalten. Dieser ist für den Multiplikator verwendet, welcher sich nach Vollendung schwach diamagnetisch zeigte. Auch sonst habe ich der Ausschliessung bezw. Bestimmung magnetischer Lokaleinflüsse die eingehendste Sorgfalt zugewendet.

Für den benutzten Magnet ist der Koeffizient für das induzirte Längs- und Quermoment bestimmt. Der Magnet zeichnete sich durch Konstanz seines Momentes aus (dasselbe änderte sich im Laufe eines halben Jahres kaum um $\pm {}^1/_{5000}$; vgl. S. 442) und besass einen niedrigen Temperaturkoeffizienten (0,000281).

Der Durchmesser der Tangentenbussole (rund 50 *cm*) wurde nach verschiedenen Methoden bis auf $\pm$ 0,006 *mm* übereinstimmend gefunden.

Die Abhängigkeit der Multiplikatorfunktion von der Ablenkung wurde nach drei Methoden untersucht (a. a. O. S. 62).

Die Hauptbeobachtungen zerfallen in drei Reihen: Sommer 1885, Herbst 1885, Winter 1885/86.

Während der Hauptbeobachtungen wurde von Gehilfen die Aenderung der magnetischen Deklination und der Horizontalintensität verfolgt.

Da innerhalb jeder Reihe die Stände des Intensitätsvariometers vergleichbar waren, so konnten die einzelnen beobachteten Grössen (Schwingungsdauer u. s. w.) auf Normalwerthe der Horizontalintensität (und der Temperatur) reduzirt und so ein Urtheil über die Güte der Beobachtungen gewonnen werden.

In Theilen des Ganzen betrug die mittlere Abweichung für

die Dämpfung (a. a. O. S. 431) : 0,0001
die Galvanometerfunktion (a. a. O. S. 434) : 0,00013
die Schwingungsdauer (a. a. O. S. 436) : 0,00009

das Verhältniss magnetisches Moment/Horizontalintensität (a. a. O. S. 439)

Sommer:[1] 0,0003, Herbst: 0,0001, Winter: 0,00015.

Ueber die Beziehung auf Quecksilberwiderstände ist das Erforderliche bereits S. 35 mitgetheilt.

Die Mittelwerthe der 3 Reihen sind zufällig fast identisch, das Hauptmittel ist

1 *Ohm* = 1,06243 *m Hg* (Kohlrausch),

woraus (vgl. S. 35)

1 *Ohm* = 1,06235 *m Hg* (Kohlrausch-*D*).

Absolute Widerstandsmessungen nach der Dämpfungsmethode, deren Resultate gegenwärtig noch in Betracht kämen, sind mir ausser den erwähnten nicht bekannt.

Die Messungen von H. F. Weber, Zürich 1877, I., sind mit viel zu schwacher Dämpfung angestellt (logarithmisches Dekrement 0,0296 bis 0,0161).

Die Untersuchungen von Baille, *Ann. télegr. 1884*, unterliegen erheblichen Bedenken in experimenteller wie in theoretischer Hinsicht.

Meine eigene ältere Arbeit, *Wied. Ann. 17. 1882*, hat eine ungünstige Anordnung der magnetischen Hilfsmessungen. Ausserdem sind die Widerstände 1881 in Berlin im Laboratorium von Siemens vor der Rekonstruktion der Quecksilbereinheit mit Rollen verglichen worden, deren Werth sich nachträglich nicht

[1]) Die Sommerbeobachtungen erstreckten sich fast über zwei Monate.

mehr auf Quecksilber beziehen lässt. Wahrscheinlich aber hatten die Rollen einen höheren Widerstand als angenommen.

Die Untersuchung von Zahřada (Brünn 1886/87) ist nach einer unvortheilhaften Methode unter ungünstigen Umständen ausgeführt.

Auch auf die ältere Arbeit von F. Kohlrausch (*Pogg. Ann. Ergbd. VI. S. 1. 1874*), welche eine verwandte Methode (Weber II) benutzt, wird man gegenwärtig wohl kaum mehr zurückgreifen trotz der Berichtigung (*Göttinger Nachr. 1882*).

2. Weber's Methode I (Messung der durch Drehung eines Erdinduktors induzirten Ströme mit einem Galvanometer grosser Dimensionen).

W. Weber und Zöllner[1]) haben zur Ausführung dieser Methode grosse Apparate herstellen lassen und vorläufige Versuche gemacht; die definitiven Beobachtungen sind nach einem theilweisen Umbau der Apparate von G. Wiedemann ausgeführt und in 2 Bearbeitungen[2]) veröffentlicht.

Der absolut gemessene Widerstand des aus Induktor und Galvanometer bestehenden Stromkreises ergiebt sich nach der Formel [3]):

$$W = 2\pi^2 \frac{H_i}{H_g} \frac{F G_0 \beta}{T_g^2 (1+\zeta)\gamma} \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

wo:

H_i, H_g die Horizontalintensität am Orte des Induktors und Galvanometers,
F die Windungsfläche des Erdinduktors,
G_0 die Intensität des Magnetfeldes, welches das vom Strom 1 durchflossene Galvanometer in seiner Mitte erzeugen würde,
β ein durch die Nadellänge bedingter Korrektionsfaktor,
T_g die Schwingungsdauer des Magnets am Orte des Galvanometers,
ζ das Torsionsverhältniss des Magnets,
γ die Winkelgeschwindigkeit, welche dem Galvanometermagnet durch einmaliges Umschlagen des Erdinduktors ertheilt wird (genauer: ertheilt werden würde, wenn der ganze Induktionsstoss den Magnet in seiner Ruhelage träfe).

Zur Bestimmung von γ wurde ein Multiplikationsverfahren benutzt. Der Magnet wurde beruhigt, dann der Erdinduktor durch 180° gedreht, die Elongation x_0 abgelesen, beim Passiren der Ruhelage der Erdinduktor zurückgedreht, die Elongation x_1 beobachtet u. s. f., bis die Ausschläge zu gross wurden, um an der Skala noch beobachtet werden zu können.

Wird der Bogen $\pm (x_n - x_{n+1})$ mit s_n bezeichnet, und ist λ das natürliche logarithmische Dekrement, so ist (abgesehen von einer später zu erörternden Korrektion)

$$\gamma = \frac{\pi}{T_g} e^{\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda}} \cdot \frac{s_n - x_0 \left(e^{-n\lambda} + e^{-(n+1)\lambda}\right)}{\left\{\frac{2 - \left[e^{-n\lambda} + e^{-(n+1)\lambda}\right]}{1 - e^{-\lambda}}\right\}} \quad . \quad . \quad . \quad 5)$$

H_i/H_g wurde mit Hilfe eines Lokalvariometers von Kohlrausch bestimmt und ausserdem die Schwingungsdauer T_i am Orte des Erdinduktors ermittelt. Wenn die erforderlichen Reduktionen wegen der zeitlichen Variation der Horizontalkomponente angebracht sind, hat man $H_i/H_g = T_g^2/T_i^2$.

Wegen der grossen Masse konnte der Erdinduktor nicht in verschwin-

[1]) W. Weber u. Zöllner, *Berichte der Sächs. Ges. d. W.* (*1880*).
[2]) G. Wiedemann, *Abh. der Berl. Ak. (1884)* und *Wied. Ann.* **42.** *S. 227. (1891).*
[3]) Ich wähle diese, von Wiedemann etwas abweichende Darstellung.

dend kurzer Zeit umgelegt werden, sondern es waren dazu etwa 2 Sekunden erforderlich.

Dieser Umstand macht die Anbringung einer Korrektion nöthig, deren Theorie ich entwickelt habe[1]).

Wiedemann nimmt nun zwar auf meine Untersuchung Bezug[2]), aber in der Anwendung meiner Formeln hat sich ein Missverständniss eingeschlichen.

Durch Berechnung zweier Beobachtungsreihen, von W. (I b³ und II b²) habe ich mich überzeugt, dass die Korrektion von einer anderen Grössenordnung ist und einen andern Gang für die successiven Bogen einer Reihe hat, als in den von Wiedemann mitgetheilten Beispielen[3]).

Der Werth beträgt thatsächlich rund $^1/_{700}$ und steigt für die späteren Bogen an, während Wiedemann's Zahlen von $^1/_{1500}$—$^1/_{6000}$ abnehmen.

Hiermit hängen weitere Differenzen in der Folge zusammen.

Vermuthlich wird die Anwendung der richtigen Berechnungsweise einen grösseren Werth der Winkelgeschwindigkeit ergeben, was nach 4) einer Vergrösserung des absoluten Widerstandes und weiter einer Verkleinerung der *Hg*— Säule für das Ohm entspräche.

Im entgegengesetzten Sinne wirkt aber die Berichtigung eines andern Irrthums.

Der von Wiedemann zu Grunde gelegte Polabstand des Magnets 41,48 *mm*, woraus Wiedemann

$$\beta = 1{,}00\,1042$$

ableitet, scheint viel zu klein zu sein. Ich folgere aus den Angaben S. 252 den Polabstand 57,1 *mm* und berechne damit nach einer genaueren Formel

$$\beta = 1{,}00216.$$

Ich habe diese und andere Punkte Wiedemann mitgetheilt, der sich in Folge dessen zu einer vollständigen Neubearbeitung seiner Beobachtungen entschlossen hat. Es wird daher nicht nöthig sein, weitere Bedenken geringerer Bedeutung, denen hierbei Rechnung getragen werden kann, zu erörtern.

3. Methode von Lorenz.

Lorenz selbst[4]) bezeichnet als den wesentlichen Vorzug seiner Methode, dass bei derselben Stromschwankungen nicht vorkommen, sondern die Verhältnisse stationär bleiben.

Gegenwärtig wird man auf diesen Umstand wohl kaum mehr erhebliches Gewicht legen, und auch Lorenz selbst spricht sich später[5]) in diesem Sinne aus.

Indessen besitzt die Methode auch abgesehen davon genug Vorzüge, sodass Rayleigh[6]) sie geradezu für die beste zum Zweck der *Ohm*-Bestimmung erklärt, welchem Urtheil ich freilich nicht ohne Weiteres beipflichten kann, da die Methode doch auch einige erhebliche Schwierigkeiten mit sich bringt.

Ist R der absolut gemessene Widerstand zwischen denjenigen Punkten des Stammstroms, an welchen die Abzweigung erfolgt, n die Umdrehungszahl der

---

[1]) Dorn, *Wied. Ann.* **17.** *S. 654. (1882).*

[2]) *Wied. Ann.* **42.** *S. 432.*

[3]) Ich verzichte an dieser Stelle auf eine ausführliche Darstellung der richtigen Berechnungsweise.

[4]) Lorenz, *Pogg. Ann.* **149.** *S. 251. (1873).*

[5]) Lorenz, *Wied. Ann.* **25.** *S. 1. (1885)* (s. insbes. *S. 30*).

[6]) Rayleigh, *Phil. Mag. (V).* **14.** *S. 346. (1882).*

Scheibe, M der Koeffizient der Induktion zwischen der primären Rolle und dem Scheibenumfang, so ist

$$R = nM,$$

falls die Potentialdifferenz der beiden Punkte des Stammstroms gerade durch die zwischen Zentrum und Peripherie der Scheibe äquilibrirt wird.

a. Lorenz[1]).

Die ältere Arbeit von Lorenz besitzt gegenwärtig wohl nur noch insofern Bedeutung, als dort die Methode auseinandergesetzt und erprobt ist. Die Bestimmung der Umdrehungsgeschwindigkeit ist nach der eigenen Angabe von Lorenz (a. a. O. S. 254) nur auf $^1/_{500}$ genau; das Galvanometer war nicht besonders empfindlich, und endlich waren die Verhältnisse des Radius der Scheibe und des mittleren Radius der Rolle derart, dass ein kleiner Fehler des letzteren auf den Induktionskoeffizienten einen erheblichen Einfluss hat.

Durch Ausrechnung habe ich mich überzeugt, dass (bei Benutzung beider Abtheilungen der Rolle) eine Vergrösserung des etwa 118 *mm* betragenden mittleren Rollenradius um 0,1 *mm* den Induktionskoeffizienten um mehr als $^1/_{500}$ sinken lässt.

Bei kathetometrischer Ausmessung der Dimensionen, wie Lorenz sie ausgeführt hat, ist es wahrscheinlich, dass man den mittleren Radius etwas zu gross findet; man erhält also M und auch R zu klein, d. h. eine zu grosse Länge für das *Ohm* als Quecksilbersäule.

Demnach ist wahrscheinlich das Resultat der ersten Arbeit

$$1\ Ohm = \frac{1}{0{,}9337} = 1{,}0710\ m\ Hg$$

zu gross.

Die zweite Untersuchung ist mit sehr viel grösseren Hilfsmitteln ausgeführt.

Die primäre Rolle war in der Weise hergestellt, dass ein 7-adriges Kabel in einer Lage auf einen Messingzylinder in eine vorher eingeschnittene Schraubenlinie aufgewunden war. Die 472 Windungen nahmen eine Länge von 99,87 *cm* ein und besassen einen Radius von 16,65 *cm*.

Dass der Induktionskoeffizient richtig berechnet ist, habe ich mit Benutzung einer von Max L. Weber (Diss. Leipzig) gegebenen Formel kontrolirt.

Die Berechnungsweise von Lorenz, wie die von Max L. Weber setzt voraus, dass man für das Solenoid, dessen Windungen etwa 2 *mm* Abstand hatten, eine gleichmässige Vertheilung des Stromes auf der Zylinderfläche substituiren kann.

Da der Scheibenumfang nur etwa 1,7 *cm* von den Drahtwindungen absteht, könnte die Berechtigung obiger Ersetzung in Zweifel gezogen werden.

Durch Vergleichung des Potentiales eines Kreisstromes auf eine koaxiale Spiralwindung der Höhe h mit dem Potential auf einen Zylinderring der Breite h von gleichem Radius (bei gleichem mittlerem Abstande) habe ich mich aber überzeugt, dass die Differenz erst in Termen der Ordnung $(h/A)^4$ beginnt, wo A den Radius des Zylinders bedeutet, auf den die Spirale aufgewickelt ist. Die Ersetzung ist also gestattet.

Indessen bestehen gegen die Verwendung langer Solenoide für genauere Messungen erhebliche Bedenken, welche von Rayleigh[2]) in einer Kritik der Ohmbestimmung von Himstedt hervorgehoben sind.

---

[1]) Lorenz, *Pogg. Ann.* **149.** *S. 251. (1873)* und *Wied. Ann.* **25.** *S. 1. (1885).*

[2]) Rayleigh, *Phil. Mag. (V)* **21.** *S. 10. 1886.*

Es wird ein genau gleicher Abstand sämmtlicher Windungen vorausgesetzt; Abweichungen, welche bei der Herstellung kaum zu vermeiden und nachträglich schwer festzustellen sind, üben einen merklichen Einfluss auf den Induktionskoeffizienten aus.

Um von dem Betrage des hieraus möglichenfalls entstehenden Fehlers eine Vorstellung zu gewinnen, habe ich zum Vergleich den Induktionskoeffizienten M' für den Fall berechnet, dass auf den mittleren 10 *cm* nicht, wie Lorenz annimmt, 47,2614 Umgänge, sondern $^1/_5$ Prozent mehr, also 47,3559 vorhanden gewesen wären, und der Rest sich auf die beiden Enden des Zylinders ebenfalls gleichmässig vertheilt hätte. (Gesammtlänge und Gesammtzahl der Windungen sind also festgehalten).

Wird mit M der Induktionskoeffizient bei gleichmässiger Wickelung über die ganze Länge bezeichnet, so ergab sich

$$\frac{M' - M}{M} = 0{,}000712.$$

Lorenz giebt nun zwar an, er habe je 50 Umgänge der in den Messingzylinder geschnittenen Schraubenlinie ausgemessen und dabei keinen Fehler entdecken können (a. a. O. S. 16), doch scheinen mir dadurch für die Windungen selbst Fehler sogar von höherem Betrage als oben angenommen wurde,[1]) nicht ausgeschlossen.

Das schwerste Bedenken gegen die Arbeit von Lorenz liegt aber in der ungenügenden Isolation der einzelnen Theile der ganzen Anordnung.

Von den 7 Adern des Kabels, welches den primären Stromkreis bildete, mussten 2 ganz ausgeschlossen werden, und die übrigen zeigten gegeneinander und gegen den Messingzylinder Isolationswiderstände, welche bis 500000 Siemens-Einheiten herabstiegen. (a. a. O. S. 26.)

Lorenz bezeichnet diese Isolation als genügend, doch scheint mir dies sehr zweifelhaft. Da der Widerstand einer Kabelader ca. 37 Siemens-Einheiten beträgt, so könnte bei ungünstiger Lage des Isolirfehlers $^{37}/_{500000} = 0{,}000074$ des Stammstromes verloren gehen; wiederholt sich dieser Verlust fünfmal, so kommt schon 0,00037 heraus. Bedenkt man, dass nur der Isolationswiderstand einer Ader gegen die andere (bezw. gegen den Messingzylinder) gemessen wurde, während jede Ader mit jeder anderen Strom austauschen kann, so erscheint selbst ein noch höherer Fehler nicht ausgeschlossen. Uebrigens würde voraussichtlich dieser Einfluss (welcher den Werth des *Ohm* zu klein macht) bei Hintereinanderschaltung der Adern (Versuche mit der Messingscheibe) sich stärker geltend machen, als bei Parallelschaltung (Kupferscheibe) und in der That weichen die Resultate in diesem Sinne voneinander ab.

Noch bedenklicher erscheint ein Isolationsfehler zwischen der primären und sekundären Leitung, da Theile der primären Leitung ein hohes Potential besitzen und die ganze induzirte elektromotorische Kraft sehr gering ist ($7 . 10^{-4}$ *Volt*). Lorenz selbst bespricht diesen Punkt S. 24 ff. und zeigt, dass durch Kombination zweier Versuche mit entgegengesetzter Richtung der Rotation dieser Fehler sich eliminiren lässt. Die Anordnung des Apparates war eine derartige, dass man einen direkten Uebergang des primären Stromes in die sekundäre Leitung voraussehen konnte. Zwischen die Schleiffeder und den Messingzylinder war nämlich ein Stück Filz gedrückt; dass der Messingzylinder seinerseits mangelhaft gegen den primären Strom isolirt war, ist oben bereits erwähnt.

[1]) D. h. *0,1 mm* auf *50 mm*.

Die Art der Führung der vielfachen elektrischen Leitungen (für den primären Strom, den Elektromotor, den Chronographen) ist nicht näher angegeben; es ist sehr wohl eine Beeinflussung der sekundären Leitung denkbar, welche bei Umkehr der Rotationsrichtung nicht ihr Zeichen wechselt. Um die Rotationsrichtung umzukehren, muss der Strom in einem Theile des Elektromotors (Anker oder Magnetspulen) gewendet werden; und ein Stromübergang von diesem Theil zum sekundären Kreise würde natürlich bei beiden Rotationsrichtungen in gleichem Sinne wirken.

Auch ein „Erdschluss" der sekundären Leitung würde wohl nicht kompensirt werden.

Von anderer Seite ist gegen Lorenz eingewendet worden, dass in den weiten Quecksilberröhren von 2—3 *cm* Durchmesser der elektrische Strom nicht genau parallel der Axe verlaufe, sodass die Berechnung der Potentialdifferenz an den Abzweigungsstellen unsicher werde.

Lorenz selbst hat in seiner ersten Arbeit (S. 263) Versuche angestellt, bei denen er mehr und mehr Quecksilber über der oberen Abzweigungsstelle herausnahm, sodass der Zuleitungsdraht derselben immer näher rückte. Es zeigte sich kein Unterschied bis zu sehr grosser Annäherung (auf 1 *mm!*) dann aber war „die elektromotorische Kraft des abgeleiteten Stromes geringer geworden."[1])

Wenn also diese Fehlerquelle merklich war, musste schon eine zu kleine Umdrehungsgeschwindigkeit zur Kompensation genügen, d. h. das *Ohm* als Quecksilbersäule zu gross ausfallen, während das Endresultat von Lorenz (1 *Ohm* = 1,0593 *m Hg*) im entgegengesetzten Sinne vom wahrscheinlich richtigen Werthe abweicht.

Ueber gewisse magnetische Verhältnisse wäre nähere Auskunft zur Beurtheilung der Zuverlässigkeit des Resultates sehr erwünscht gewesen.

Der Elektromotor, mit dessen Anker die rotirende Scheibe gekuppelt war, befand sich nur in etwa 4,8 *m* Entfernung von der Scheibe. Wenn nun auch durch das Kommutiren des Batteriestroms in dem Solenoid ein magnetischer Lokaleinfluss ziemlich eliminirt wird, so wäre eine Kenntniss desselben doch werthvoll.

Dass eine Magnetisirbarkeit des langen Messingzylinders und der Scheibe einen Einfluss besitzt, hebt Lorenz[2]) selbst hervor, doch habe ich in seiner Ohmbestimmung nicht erwähnt gefunden, dass er seine Materialien in dieser Hinsicht untersucht habe.

Im Folgenden will ich wenigstens eine rohe Schätzung des möglichen Fehlers zu gewinnen suchen.

In erster Annäherung werde die magnetisirende Kraft des Solenoids überall in seinem Innern konstant $= \mathfrak{H}$ angenommen. Der homogen vorausgesetzte Messingzylinder wird sodann nahezu homogen magnetisirt werden, sodass sein Magnetismus durch eine Flächenbelegung $\pm k\,\mathfrak{H}$ der Endquerschnitte q ersetzt werden kann.

Da ferner das Solenoid ziemlich lang ist (106,8 *cm*) so denke ich mir diese magnetische Belegung in 2 Punkten der Axe konzentrirt, sodass der Betrag der Schwächung des Magnetfeldes in der Mitte wäre:

---

[1]) Eine direkte Ueberlegung macht das entgegengesetzte Verhalten wahrscheinlich.

[2]) Lorenz, *Journal de physique (II)* **1**. *S. 477. (1882).*

$$\frac{2qk\mathfrak{H}}{\left(\frac{l}{2}\right)^2} = \frac{8qk\mathfrak{H}}{l^2};$$

somit ist seine Intensität statt $\mathfrak{H}$ nur:

$$\mathfrak{H}\left[1 - \frac{8qk}{l^2}\right].$$

q beträgt $\pi\,[16{,}65^2 - 16{,}10^2] = 56{,}6\ qcm$;
woher:

$$\mathfrak{H}\,[1 - 0{,}04\,k]$$

sich ergiebt.

k beträgt für Eisen nach Thalén[1]) 32; wäre bei Vertheilung des Eisens k einfach dem Prozentgehalt proportional, so wäre für $^1/_{10}$ Prozent Eisengehalt im Messing $k = {}^{32}/_{1000} = 0{,}032$ und $0{,}04\,k$ immer noch $= 0{,}00128$ d. h. etwa $^1/_{1000}$.

Hieraus geht hervor, dass eine Prüfung des Materials denn doch angezeigt gewesen wäre.

Es ist leicht ersichtlich, dass diese Fehlerquelle das *Ohm* als Quecksilbersäule zu klein erscheinen lässt.

Im entgegengesetzten Sinne wirkt eine Magnetisirbarkeit der Scheibe und zwar sehr viel stärker.

Denn die induzirte elektromotorische Kraft wird nahe im Verhältniss $1 + 4\pi k$ vermehrt erscheinen. Wenn man Kupfer und Messing selbst aus angesehenen Werkstätten auf induzirten Magnetismus geprüft hat, wird man wegen des grossen Faktors $4\pi\,(= 12{,}57)$ eine Untersuchung der Scheibe für unerlässlich halten.[2])

Die Temperatur des *Hg* war bei Lorenz im Mittel 18,09. Er rechnet mit dem Temperaturkoeffizienten 0,00090; wendet man die Formel b) S. 31 an, so geht das Endresultat über in

$$1\ Ohm = 1{,}05914\ m\ Hg \quad (\text{Lorenz} - D.)$$

Besonders wegen der mangelhaften Isolation bin ich nicht geneigt, das Ergebniss der Versuche von Lorenz für sehr sicher zu halten.

b. Rayleigh und Sidgwick 1883.[3])

Der primäre Strom durchlief zwei von Prof. Chrystal gewundene Rollen mit nahezu quadratischem Windungsquerschnitt, deren mittlerer Radius (A) 25,760 *cm* betrug.

Der Durchmesser der messingenen Scheibe war $2a = 31{,}072$; er war nicht grösser gewählt, weil sonst ein Fehler im Rollendurchmesser auf den Induktionskoeffizienten einen zu bedeutenden Einfluss gewinnt. Zu bedauern ist, dass der Scheibenrand erst nachträglich genau untersucht wurde (a. a. O. S. 306), wobei sich derselbe merklich konisch zeigte (Durchmesser oben 310,80 *mm*, unten 310,58 *mm*). Indessen schätzt Rayleigh den dieserhalb möglichen Fehler auf höchstens $^1/_{5000}$.

In den ersten beiden Beobachtungsreihen waren die Rollen nahe aneinander, indem nur Glasstückchen zwischen die Messingrahmen derselben gelegt waren.

---

[1]) Vgl. Maxwell, *El. and Magn. II. § 430.*

[2]) Ich habe kürzlich die Magnetisirbarkeit von einigen Proben käuflichen Messingblechs wenigstens der Grössenordnung nach ermittelt. Ich erhielt

$$k = 0{,}00001,\quad 0{,}00004,\quad 0{,}00006 \text{ also}$$
$$1 + 4\pi k = 1{,}0001,\quad 1{,}0005,\quad 1{,}0007.$$

Die im Text geäusserte Anschauung wird dadurch bestätigt.

[3]) Rayleigh und Sidgwick, *Phil. Trans. Vol.* ***174****. S. 295. (1883).*

Der Einfluss eines Fehlers im Radius der Rolle und der Scheibe auf den Induktionskoeffizienten ist hier (a. a. O. S. 303).

$$\frac{dM}{M} = -1{,}4\,\frac{dA}{A} + 2{,}4\,\frac{da}{a}.$$

Dieselben Rollen waren von Rayleigh und Glazebrook zu Ohmbestimmungen nach anderen Methoden benutzt, wo ein Fehler in A einen entgegengesetzten Einfluss auf das Resultat gehabt hätte. Die gute Uebereinstimmung macht wahrscheinlich, dass A nahe richtig war.

Um von einem Irrthum über A merklich unabhängig zu werden, brachte Rayleigh für die dritte Versuchsreihe die beiden Rollen in eine solche Entfernung voneinander, dass der Induktionskoeffizient nicht wesentlich von A beeinflusst wurde. Hier war

$$\frac{dM}{M} = +0{,}12\,\frac{dA}{A} - 0{,}96\,\frac{db}{b} + 1{,}8\,\frac{da}{a},$$

wo b die Entfernung der Mittelebenen der Rollen (b = 15,3472) bedeutet.

Eine genaue Ermittelung von b wurde dadurch ermöglicht, dass die Versuche wiederholt wurden, nachdem jede der Rollen gewendet war. Es ist leicht ersichtlich, dass so die Folge einer ungleichmässigen Vertheilung der Windungen in axialer Richtung eliminirt wird.

Die nahe Uebereinstimmung der 3. Reihe mit den beiden ersten (I: 1 B. A. U. = 0,98674 *Ohm*, II: = 0,98669; III: = 0,98683 *Ohm*) giebt eine weitere Bürgschaft für die Richtigkeit des benutzten Werthes von A.

Zur Berechnung des Induktionskoeffizienten bedient sich Rayleigh einer Formel von Purkiss (vgl. Maxwell, *II^d ed. § 706*). Im vorliegenden Falle deute das Rechteck in beistehender Figur den Windungsquerschnitt an; dann wird (abgesehen von dem Faktor wegen der Zahl der Umgänge) gesetzt:

Fig. 1.

$$M = \frac{1}{6}\left\{2\,M_0 + M_1 + M_2 + M_3 + M_4\right\}.$$

Um mir ein Urtheil über die Genauigkeit dieses Verfahrens zu bilden, berechnete ich M zunächst nach einer Formel, welche aus der Entwickelung des Potentials zweier Kreisströme nach Kugelfunktionen[1]) durch Integration über den Windungsquerschnitt hervorgeht. ξ sei die radiale Höhe, η die Breite desselben, so ergab sich schon im ersten Term, dass die Glieder vierter Ordnung in ξ und η nur einen relativen Einfluss von 10^{-6} hatten, folglich vernachlässigt werden konnten. ξ^2 und η^2 habe ich bis in die siebente Kugelfunktion beibehalten und bin im ganzen bis zur 15. Kugelfunktion gegangen. Das entsprechende Glied war $-0{,}00075$; ich fand

$$M = 215{,}4012,$$

während Rayleigh angiebt (a. a. O. S. 309, für Reihe I und II)

$$M = 215{,}405.$$

Uebrigens ist es bei dieser Rechnung leicht, die Korrektion für die Breite der Scheibe anzubringen. Nehme ich an, dass die 4,5 *mm* dicke Scheibe auf einer Breite von 4 *mm* von der Kontaktfeder gleichmässig berührt wurde, so ergiebt sich als Werth der betreffenden Korrektion

$$-0{,}0045$$

---

1) Vgl. Maxwell (übers. von Weinstein) *§ 700*.

Es erscheint mir fraglich, ob, wie geschehen, die Entwickelung hinter der 15. Kugelfunktion abgebrochen werden konnte. Daher habe ich eine zweite Kontrole in der Art durchgeführt, dass ich den Querschnitt in vier Theile zerlegte (Fig. 2) und auf jeden einzelnen die Formel von Purkiss anwandte. Ich bediente mich hierbei der Tafel von Maxwell[1]), indem ich bei der Interpolation zweite Differenzen berücksichtigte.

Fig. 2.

Ich erhielt so

$$M = 215{,}4038;$$

wird noch die Korrektion wegen der Breite der Scheibe angebracht, so kommt

$$M = 215{,}3993,$$

also nur etwa $^1/_{30000}$ von Rayleigh's Werth abweichend.

Das Endresultat für die Länge des *Ohm* als Quecksilbersäule wäre deswegen um $0{,}0_428$ zu vergrössern.

Auf die Isolation hat Rayleigh, nachdem er durch Vorversuche auf die Wichtigkeit derselben aufmerksam geworden war, die erforderliche Sorgfalt verwendet; dass in dieser Beziehung allen Anforderungen genügt ist, geht aus der Uebereinstimmung der mit + und − Rotationen erhaltenen Resultate hervor.

Zur Kompensation des Induktionsstromes benutzt Rayleigh eine Ableitung von 2 Punkten eines Zweigstromes nach beistehendem Schema. Es verhält sich dann ebenso, als wäre die Ableitung an zwei Stellen des Stammstromes angelegt, zwischen denen sich der Widerstand

$$R = \frac{ab}{a + b + c}$$

befindet. Die Verwendung des vierten Quecksilbernapfes C (Fig. 3) und des Kupferbügels CD erwies sich als nothwendig, da sonst Theile des Hauptstromes in die Galvanometerleitung gelangen konnten.

Fig. 3.

a waren zwei parallel geschaltete B. A. Einheiten, b etwa $= 0{,}1$ B. A. U., $c = 10$, 16, 20, B. A. U.

Da jede der Einheiten in a von etwa $^1/_{20}$ *Amp.* längere Zeit durchflossen wurde, scheint mir eine Vergrösserung des Widerstandes durch die Stromwärme möglich. Leider sind keine Angaben gemacht, welche eine Schätzung dieser Fehlerquelle ermöglichten; dieselbe macht sich in dem Sinne geltend, dass durch eine Berichtigung derselben der Werth des *Ohm* als *Hg* Säule grösser ausfiele.

Ein merklicher Einfluss einer Magnetisirbarkeit der Messingrahmen, auf welche die Rollen aufgewunden sind, ist nicht zu befürchten; dagegen ist sehr zu bedauern, dass nicht eine Untersuchung der Scheibe auf induzirten Magnetismus stattgefunden hat.

Rayleigh's Versuche führen zunächst auf den Werth der B. A. U. in absolutem Maasse

$$1 \text{ B. A. U.} = 0{,}98677 \; Ohm.$$

Rayleigh benutzt zur Umrechnung der B. A. U. in Quecksilber den Werth

$$1 \; m \; Hg = 0{,}95412 \text{ B. A. U.}$$

und findet

$$1 \; Ohm = 1{,}06214 \; m \; Hg.$$

---

[1]) Maxwell (übers. von Weinstein) *II. Tabelle zu § 696. I, b.*

Nach den Untersuchungen von Glazebrook und Fitzpatrick[1]) ist aber nicht daran zu zweifeln, dass die Zahl 0,95412 B. A. U. für 1 *m Hg* zu gross ist. Leider bleibt es fraglich, was an die Stelle zu setzen ist. Gl. und F. wollen den von ihnen 5—6 Jahre später gefundenen Werth

$$1\ m\ Hg = 0{,}95352\ \text{B. A. U.},$$

benutzen; hiemit würde folgen:

$$1\ Ohm = 1{,}06214 \cdot \frac{0{,}95412}{0{,}95352} = 1{,}06280\ m\ Hg.$$

[Mit 0,95348 (umgerechnetes Resultat von Gl. und F.) folgt: 1,06285].

Wie aber (vgl. Tab. II dieser Arbeit) gezeigt ist, geben die Beobachtungen aus den Jahren 1883 und 84 übereinstimmend einen höheren Werth; nehme ich nach meiner Reduktion der Bestimmung von Rayleigh

$$1\ m\ Hg = 0{,}95378\ m\ Hg,$$

so kommt

$$1\ Ohm = 1{,}06252\ m\ Hg.$$

Bringe ich an den Zahlen 1,06285 und 1,06252 die kleine Reduktion wegen des Induktionskoeffizienten an, (vgl. S. 53) so ergiebt sich:

$$1\ Ohm = 1{,}06288\ \text{bzw.}\ \ 1{,}06255\ m\ Hg,$$

von welchen Zahlen ich die letztere für die wahrscheinlichere halten möchte. Es sei daran erinnert, dass wegen Erwärmung der Widerstände *a* durch den Strom dieser Werth zu erhöhen, wegen induzirten Magnetismus zu verringern wäre.

c. Rowland, Kimball, Duncan 1884.

$$1\ Ohm = 1{,}0629\ m\ Hg.$$

Die Originalarbeit war mir nicht zugänglich, das Resultat ist entnommen der *Elektrot. Zeitschr.* **6**, *S. 441. (1885)*.

Rowland 1887.

$$1\ Ohm = 1{,}0632\ m\ Hg.$$

Auch hier liegt mir nur das der *Brit. Ass. 1887* mitgetheilte Resultat vor[2]).

d. Duncan, Wilkes, Hutchinson, 1889[3]).

Hier sind die Apparate von Rowland benutzt worden.

Der Querschnitt des Wickelungsraumes war quadratisch; die Rollen hatten etwa 1 *m* Durchmesser, die Messingscheibe 43 *cm*. Gegen den Umfang derselben drückten drei Bürsten im Abstand von je 120° — eine jedenfalls vortheilhafte Neuerung.

Die Abzweigung zur Kompensation des Induktionsstroms geschah nach der Anleitung von Rayleigh.

Ueber die Isolation des sekundären Kreises sind nähere Angaben nicht gemacht; da das Mittel der Resultate für negative Rotation 0,98663, für positive Rotation 0,98612 betrug, so war die Isolation zwar nicht hervorragend gut, aber doch ausreichend.

Die Uebereinstimmung der einzelnen Beobachtungen untereinander ist nicht sonderlich, indem die Werthe zwischen 0,98762 und 0,98372 schwanken; auch geben die beiden Rollenpaare erheblich verschiedene Werthe, nämlich die Beobachtungen

---

[1]) Glazebrook und Fitzpatrik, *Phil. Trans. Vol.* **179**. *S. 374. (1888)*.

[2]) Auf eine unter dem 30. Juli 1892 an den Verfasser gerichtete Anfrage habe ich bisher keine Antwort erhalten.

[3]) Duncan, Wilkes, Hutchinson, *Phil. Mag. (V).* **28**. *S. 98. (1889)*.

mit den Rollen 1 und 4: 0,98583, die zahlreicheren mit 2 und 3: 0,98654, also 0,00071 d. h. etwa $^1/_{1400}$ mehr.

Ueber induzirten Magnetismus der Scheibe finden sich keine Mittheilungen.

Als Resultat geben die Verfasser

$$1 \text{ B. A. U.} = 0{,}9863 \; Ohm;$$

indem sie weiter nach Hutchinson und Wilkes setzen:

$$1 \; m \; Hg = 0{,}95341 \text{ B. A. U.},$$

folgt schliesslich:

$$1 \; Ohm = 1{,}0634 \; m \; Hg.$$

Mit Verwendung des von mir umgerechneten Werthes (1 m Hg = 0,95336 B. A. U.) würde sogar werden:

$$1 \; Ohm = 1{,}0635_2 \; m \; Hg.$$

Trotz der grossen aufgewendeten Hilfsmittel möchte ich dies Resultat nicht für besonders zuverlässig halten.

c. Jones. 1890[1]).

Jones bestimmt wie Lorenz direkt den spezifischen Widerstand des Quecksilbers in absolutem Maasse, bedient sich hierbei aber eines abweichenden, eigenthümlichen Verfahrens.

Das Quecksilber befindet sich in einem Trog von 110,5 *cm* Länge, 3,81 *cm* Breite, 7,62 *cm* Tiefe. Derselbe war hergestellt, indem Paraffin in einen festen Eisenkasten gegossen und der Kanal dann auf einer Drehbank ausgehobelt wurde.

Die Breite variirte auf der benutzten Strecke von etwa 25,4 *cm* nur um 0,025 *mm*.

Eine der Elektroden, (deren Potentialdifferenz zur Kompensation der induzirten elektromotorischen Kraft benutzt wird), ist fest, die andere beweglich. Gemessen wird zunächst die Differenz l der Stellung der letzteren für 2 verschiedene Rotationsgeschwindigkeiten n_1 und n_2. Bezeichnet noch M den Induktionskoeffizienten, A den Querschnitt der Quecksilbersäule, ρ den spezifischen Widerstand des Hg, so ist

$$M(n_1 - n_2) = \frac{l}{A} \rho.$$

Die Querschnittsbestimmung, welche wegen der Kapillaroberfläche des Hg Schwierigkeiten machen würde, wurde umgangen durch Verwendung von zwei verschiedenen Höhen h_1 und h_2 des Hg.

Bezieht sich der Querschnitt A auf das tiefere Niveau und bedeutet b die Breite des Troges, so ist:

$$M(n_1 - n_2) = \frac{l}{A} \rho,$$

$$M(n_1' - n_2') = \frac{l'}{A + b(h_2 - h_1)} \rho,$$

woraus

$$\rho = \frac{Mb(h_2 - h_1)}{\frac{l'}{n_1' - n_2'} - \frac{l}{n_1 - n_2}}.$$

Um immer die gleiche Form der Hg-Oberfläche zu haben, liess Jones zur Füllung das Hg stets ansteigen; die Höhendifferenz wurde durch eine mikrometrisch bewegte Spitze gemessen, indem der Moment des Kontaktes durch Schluss eines Stromes konstatirt wurde. Hierbei wurde eine Uebereinstimmung bis auf $^1/_{1000}$ *mm* erreicht.

---

[1]) Jones, *Electrician, S. 552. (1890).*

Der induzirende Strom durchfloss eine einzige Lage von 185 Windungen, welche eine axiale Länge von 114,3 *mm* bei 165,1 *mm* Radius einnahmen.

Mir scheint die Hauptschwierigkeit in einer hinreichend genauen Ausmessung der Breite zu liegen. Schon bei hartem Material der Wände wäre diese Aufgabe nicht leicht; wievielmehr bei einem so weichen Stoff wie Paraffin, wo man ausserdem zweifeln muss, ob zwischen der Breitenmessung und der Induktionsbeobachtung nicht eine Aenderung vorgefallen ist.

Weitere Bedenken richten sich gegen das Bestimmen von ρ aus je vier Beobachtungen durch Elimination, wobei der Einfluss von Beobachtungsfehlern vergrössert wird, sowie gegen die kleinen Abmessungen der primären Spule, welche keine grosse Genauigkeit in der Bestimmung des Induktionskoeffizienten zulassen.

Angaben über Isolation und induzirten Magnetismus sind nicht gemacht, ebensowenig über Temperatur des *Hg* und den zur Reduktion auf 0° benutzten Temperaturkoeffizienten.

5 Beobachtungsreihen ergaben:

1 *Ohm* = 1,06267
299
278
332
359

Mittel: 1,06307 *m Hg.*

Wollte man die drei ersten Reihen (wegen der möglichen Formänderung des Troges) bevorzugen, so wäre

1 *Ohm* = 1,06281 *m Hg.*

Wenn man das Verfahren von Jones auch originell und sinnreich nennen muss, so halte ich doch Rayleigh's Methode zur Erlangung genauer Resultate für geeigneter.

4. Methode von Kirchhoff.

In der Theorie dieser Methode müssen einige Punkte näher erörtert werden, daher sei kurz an die Ausführung derselben erinnert.

Gebraucht werden zwei Drahtrollen, deren gegenseitiger Induktionskoeffizient aus den Dimensionen und dem Abstand[1]) berechnet werden kann.

Die eine Rolle, die primäre, ist mit einer Batterie verbunden, die andere, die sekundäre, mit einem „ballistischen" Galvanometer.

Der primäre Strom, dessen Stärke gemessen ist, wird unterbrochen und der induzirte Integralstrom aus dem ersten Ausschlage des ballistischen Galvanometers erhalten. Ferner wird die Schwingungsdauer und das logarithmische Dekrement für den Magnet desselben bestimmt.

Zunächst möge die Aenderung des Galvanometermagnets (induzirtes Längs- und Quermoment) verfolgt werden.

Der induzirte Strom verläuft so schnell, dass der Magnet sich inzwischen nicht merklich aus seiner Ruhelage entfernt.

Sei nun

φ der Ablenkungswinkel des Magnets,
i die Stromstärke (im sekundären Kreise),

---

[1]) Bezüglich des Einflusses eines Fehlers in den geometrischen Abmessungen auf das Resultat sei auf Rayleigh *Phil. Mag. (V)* **14**, *S. 330*, *(1882)* verwiesen.

K das Trägheitsmoment des Magnets,
M sein Moment bei Abwesenheit äusserer Einwirkung,
M_l, M_q das thatsächlich vorhandene Längs- und Quermoment,
γ und α das durch die magnetisirende Kraft 1 erzeugte Längs- und Quermoment,
so gilt, wenn ich von der Dämpfung, Fadentorsion und Selbstinduktion absehe, mit Vernachlässigung zweiter Potenzen von φ folgendes System von Gleichungen[1]),

$$K\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -HM_l\varphi + HM_q + Gi\,[M_l + M_q\varphi]\,. \quad . \quad 6)$$

$$M_l = M + \gamma\,[H + Gi\,\varphi]\,. \quad . \quad . \quad . \quad 7)$$

$$M_q = \alpha\,[H\varphi - Gi]\,. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8)$$

Fig. 4.

Indem 7) und 8) in 6) substituirt werden, folgt

$$K\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -H\Big\{M + (\gamma-\alpha)H\Big\}\varphi$$
$$+ Gi\,\{M + (\gamma-\alpha)(H + Gi\,\varphi)\} \quad 9)$$

Um die erzeugte Winkelgeschwindigkeit zu erhalten, multiplizire ich mit dt und integrire über die Zeitdauer des Induktionsstroms von o bis t_1.

War der Magnet anfänglich in Ruhe, so ergiebt sich, da bei der Kürze der Induktionsdauer

$$\int\varphi\,dt = 0$$

zu setzen ist und eine nähere Diskussion[2]) zeigt, dass auch

$$\int i^2\varphi\,dt$$

fortgelassen werden kann,

$$K\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_1 = G\,[M + (\gamma-\alpha)H]\int_0^{t_1} i\,dt = G\mathfrak{M}J, \quad . \quad . \quad 10)$$

wo

$$\mathfrak{M} = M + (\gamma-\alpha)H \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11)$$

und J den Integralstrom bedeutet.

Um aus der Anfangsgeschwindigkeit (unter Vernachlässigung der Dämpfung) die erste Elongation zu erhalten, habe ich in 9) nur $i=0$ zu setzen, woraus:

$$K\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -H\mathfrak{M}\varphi, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9)'$$

also nach Multiplikation mit $(d\varphi/dt)\,dt$ und Integration (da anfänglich $\varphi=0$ war)

$$K\left[\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 - \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_1^2\right] = -H\mathfrak{M}\varphi^2.$$

Die erste Elongation Φ folgt hieraus für $d\varphi/dt=0$; also

$$\Phi = \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_1\sqrt{\frac{K}{H\mathfrak{M}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12)$$

Nenne ich den Induktionskoeffizienten P, den absoluten Widerstand des sekundären Kreises R, die Intensität des primären Stromes i_1, so ist

$$J = \frac{Pi_1}{R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13)$$

Die Schwingungsdauer ohne Dämpfung ist gegeben durch:

$$T_0^2 = \frac{\pi^2 K}{\mathfrak{M}H} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14)$$

---

[1]) Vgl. Dorn, *Wied. Ann.* **35**, *S. 190*, (*1888.*) i ist hier mit entgegengesetztem Zeichen versehen.

[2]) Unter der Annahme, dass i konstant (d. h. der induzirte Strom konstant eine kurze Zeit dauert) finde ich, dass in der durch Integration von 9) entstehenden Gleichung der Einfluss des Terms $G^2\int i^2\varphi\,dt$ verglichen mit dem von $GH\int i\,dt$ nur $\frac{1}{6}\Phi^2$ beträgt, wo Φ die erste Elongation bedentet. Φ übersteigt kaum $\frac{1}{20}$, somit $\frac{1}{6}\Phi^2 = \frac{1}{2400}$. Ausserdem ist ja diese Grösse noch in den kleinen Faktor $\gamma-\alpha$ multiplizirt.

Endlich folgt aus 9), wenn $G\,i\,\varphi$ neben H im zweiten Term vernachlässigt[1]) wird, die stationäre Ablenkung φ_2 durch einen konstanten Strom i_2

$$\varphi_2 = \frac{G}{H}\, i_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15)$$

Aus den Gleichungen 10), 12), 13), 14), 15) folgt:

$$R = \frac{\pi}{T_0}\, \varphi_2\, \frac{i_1}{i_2}\, \frac{P}{\Phi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 16)$$

Hieraus geht hervor, dass im Gegensatz zu einer mehrfach geäusserten Ansicht an der gewöhnlich benutzten Formel keine Aenderung wegen des induzirten magnetischen Längs- und Quermomentes anzubringen ist.

Nachträglich ist es leicht, die Formel 16) so zu vervollständigen, wie eine Berücksichtigung verschiedener Nebenumstände es erfordert.

Bedeutet λ das logarithmische Dekrement, so ist in 12) Φ zu multipliziren mit $e^{\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda}}$; ferner tritt bei geringer Dämpfung an Stelle von $\Phi : 2 \sin \frac{1}{2} \Phi$. Ist die Galvanometerfunktion von der Amplitude abhängig, so ist in 15) zu schreiben:

$$G = G_0\,(1 - \eta'\, \varphi_2^2),$$

während, wenn das Magnetfeld im Multiplikator hinreichend homogen ist, nur $tg\, \varphi_2$ für φ_2 eintritt. In 16) ist G nur durch G_0 zu ersetzen, da der Induktionsstoss die Nadel in der Ruhelage trifft.

Demnach folgt schliesslich:

$$R = \frac{\pi}{T_0}\, \frac{\varphi_2}{(1 - \eta'\varphi_2^2)}\, \frac{i_1}{i_2}\, \frac{P}{2 \sin (\frac{1}{2}\Phi)}\, \frac{1}{e^{\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda}}} \quad . \quad . \quad 18)$$

bezw.

$$\frac{\pi}{T_0}\, tg\, \varphi_2\, \frac{i_1}{i_2}\, \frac{P}{2 \sin (\frac{1}{2}\Phi)}\, \frac{1}{e^{\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda}}} \quad . \quad . \quad . \quad 18)'$$

In den obigen Entwickelungen ist vorausgesetzt, dass die Aenderungen des magnetischen Moments denen der magnetisirenden Kraft augenblicklich folgen und ihnen proportional bleiben, ferner, dass das Längsmoment nur durch axiale, das Quermoment nur durch transversale Kräfte beeinflusst wird.

Beide Voraussetzungen werden nicht streng erfüllt sein. Insbesondere hat Rayleigh[2]) darauf hingewiesen, dass eine Schwächung des Längsmomentes durch die — recht erhebliche — transversale magnetisirende Kraft des induzirten Stromes erfolgen kann.

Falls das Längsmoment nach Aufhören der schwächenden Einwirkung des induzirten Stromes sich wieder „erholen" würde, fiele die erste Elongation zu klein aus, also R (vgl. Formel 18) zu gross und die Quecksilbersäule für das *Ohm* zu kurz.

Indessen meine ich, dass diese Fehlerquelle nicht von Bedeutung ist. Einmal möchte ich darauf hinweisen, dass man die Werthe, bis zu denen die momentane Stärke des induzirten Stromes ansteigt, vielfach überschätzt. Die Selbstinduktion, besonders im sekundären Kreise, verzögert den Ablauf der Induktionsströme und verhindert das Zustandekommen hoher Werthe der momentanen Stromintensität. Eine Schätzung kann aus den Formeln S. 71 gewonnen werden.

---

[1]) Eigentlich käme $H M \varphi = G i\, [\mathfrak{M} + (\varphi - \alpha)\, G i \varphi]$. Da nahe $G i = H \varphi$, so wird die Parenthese rechts: $\mathfrak{M} + (\gamma - \alpha)\, H \varphi^2 = \mathfrak{M}\, [1 + \frac{(\gamma - \alpha)\, H}{\mathfrak{M}}\, \varphi^2]$. Man kann $\frac{(\gamma - \alpha)\, H}{\mathfrak{M}}$ auf etwa $^1/_{700}$ schätzen; φ erreicht noch nicht 0,1; somit erscheint neben 1 etwa $^1/_{70000}$.

[2]) Rayleigh, *Phil. Trans. Vol.* **173**, *S. 670. (1882).*

Ferner ist zu beachten, dass die Versuche oft wiederholt werden, also die Veränderungen geringer sein werden als bei der ersten Einwirkung.

Wenn, wie bei den Versuchen von Hertz, das Magnetfeld mehrere Millionen Mal in der Sekunde sein Zeichen wechselt, so vermag der induzirte Magnetismus allerdings nicht mehr zu folgen. Für Aenderungsgeschwindigkeiten der hier vorliegenden Grössenordnung dürfte es nach den Untersuchungen von Oberbeck[1]) noch der Fall sein. Es mag auch an die Vorgänge im Telephon erinnert werden, wo die Klangfarbe hoher Töne ziemlich richtig übermittelt wird, der Magnetismus also mehreren tausend Stromwechseln in der Sekunde noch folgt.

Ferner bedarf folgende Frage einer Erörterung. Bei den in der Regel verwendeten schwach gedämpften Galvanometern gelingt es nicht, den Magnet vor der Ausübung des Induktionsstosses ganz zu beruhigen, vielmehr bleiben Schwingungen wenigstens von einigen Zehntelskalentheilen übrig.

Es fragt sich, welcher Irrthum hierdurch entstehen kann, bezw. ob man nicht durch geeignete Wahl des Zeitpunktes für den Induktionsstoss den Fehler herabzusetzen vermag.

Wird von der Dämpfung abgesehen, so ist

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\beta^2\varphi, \quad \left(\beta^2 = \frac{H\mathfrak{M}}{K} = \frac{\pi^2}{T^2}\right), \quad . \quad . \quad . \quad 19)$$

woraus

$$\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = -\beta^2\varphi^2 + \text{Konst.}$$

Hat sich der Magnet im Augenblick des Induktionsstosses in der Lage φ_0 mit der Winkelgeschwindigkeit v_0 befunden, und erzeugt der Induktionsstrom einen Geschwindigkeitszuwachs γ, so ist die Konstante zu bestimmen aus:

$$(v_0 + \gamma)^2 = -\beta^2\varphi_0^2 + \text{Konst.},$$

sodass:

$$\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = (v_0 + \gamma)^2 + \beta^2(\varphi_0^2 - \varphi^2).$$

Die erste Elongation Φ folgt hieraus für $d\varphi/dt = 0$, also:

$$\Phi^2 = \varphi_0^2 + (v_0 + \gamma)^2\frac{T^2}{\pi^2},$$

$$\Phi = \sqrt{(v_0 + \gamma)^2\frac{T^2}{\pi^2} + \varphi_0^2}.$$

v_0 und φ_0 sind im vorliegenden Falle kleine Grössen; daher ist genügend:

$$\Phi = (v_0 + \gamma)\frac{T}{\pi} + \frac{1}{2}\frac{\varphi_0^2\pi}{T(v_0 + \gamma)},$$

oder auch:

$$\Phi = \frac{\gamma T}{\pi} + \frac{v_0 T}{\pi} + \frac{1}{2}\frac{\varphi_0^2\pi}{T\gamma},$$

oder endlich, wenn ich Φ_0 diejenige Elongation nenne, welche eingetreten wäre, falls $v_0 = 0$, $\varphi_0 = 0$ gewesen wären ($\Phi_0 = \gamma\, T/\pi$):

$$\Phi = \Phi_0 + v_0\frac{T}{\pi} + \frac{1}{2}\frac{\varphi_0^2}{\Phi_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20)$$

$v_0\, T/\pi$ erreicht höchstens den Werth der grössten Elongation bei den kleinen vor dem Induktionsstoss stattfindenden Schwingungen.

φ_0 wird thatsächlich 0,5 Skalentheile nicht überschreiten; wenn $\Phi_0 = 200$ Skth. angenommen wird, ergiebt sich der letzte Term in 20):

$$\frac{1}{2}\frac{0{,}25}{200} = \frac{0{,}25}{400} = \frac{1}{1600}\ \text{Skth.}$$

somit ganz zu vernachlässigen.

[1]) Oberbeck, *Wied. Ann.* **21**, *S.* 672, **22**, *S.* 73 (1884).

Hieraus ergiebt sich folgende Regel: Man übe den Induktionsstoss im Augenblick der Umkehr der Nadel aus, so ist der Einfluss der Schwingungen unmerklich[1]).

Rayleigh[2]) hat darauf hingewiesen, dass die Dämpfung durch Luftreibung, welche die von der Ruhelage aus ihre Bewegung beginnende Magnetnadel bis zur ersten Elongation erfährt, grösser sein wird als sie auf Grundlage der Abnahme der Schwingungsbogen (wo ein quasi stationärer Zustand eingetreten ist) in Rechnung gezogen wird. Da aber zugleich die Zeit bis zur Erreichung des ersten Umkehrpunktes durch die Reibung vergrössert wird, tritt eine theilweise Kompensation ein, und Rayleigh hält den übrig bleibenden Fehler für sehr geringfügig.

a. Glazebrook, Dodds, Sargant 1883[3]).

Als Induktionsrollen dienten die von Prof. Chrystal mit grosser Sorgfalt gewundenen und ausgemessenen Rollen von 25,753 und 25,766 *cm* mittlerem Radius, deren sich schon Lord Rayleigh bedient hatte.

In jeder Lage des Drahtes waren 4 Durchmesser kathetometrisch bestimmt; die Berechnung des Mittels geschah nach einer Formel, welche den äusseren Durchmesser einer jeden Lage verwerthete, somit das Einsinken der Windungen in die Zwischenräume der vorhergehenden Lage berücksichtigte (a. a. O. S. 228).

Das Zusammenpressen der früheren Lagen durch die späteren kann immerhin zur Folge gehabt haben, dass der thatsächliche mittlere Radius kleiner war, als angegeben.

Die Messingrahmen der Rollen wurden durch 3 Serien von Messingstäben getrennt, deren Länge (im Mittel) war

I: 12,182 *cm*, II: 15,416 *cm*, III: 23,856 *cm*.

Die Rollen wurden sorgfältig zentrirt gegenübergestellt; durch Wenden jeder einzelnen Rolle wurde eine etwaige Unsicherheit über die Lage der Mittelebene eliminirt.

Die Berechnung des Induktionskoeffizienten erfolgte nach der Formel von Purkiss; ich halte die Annäherung nach den Ergebnissen meiner Prüfung gelegentlich der Beobachtungen von Rayleigh (vgl. S. 52 ff) für genügend.

Ein Fehler von 0,01 *mm* im mittleren Radius hätte für die drei Reihen von Stützen einen relativen Fehler des Induktionskoeffizienten zur Folge:

I: 0,000040; II: 0,000041; III: 0,000047,

und ein Fehler von 0,01 *mm* im Abstand der Mittelebene:

I: 0,000069; II: 0,000062; III: 0,000054 (vgl. Glazebrook S. 232).

Die Isolation der Windungen gegen die Messingrahmen wurde geprüft.

Eine Untersuchung der Rahmen und der recht kompakten Zentrirvorrichtung auf Magnetisirbarkeit ist nicht erfolgt.

Glazebrook verfährt so, dass er (vor und nach den Induktionsbeobachtungen) einen bekannten Theil des merklich unveränderten primären Stromes i_1 durch das Galvanometer leitet. Sei w_n der Widerstand zwischen denjenigen Stellen, an denen die Stromabzweigung erfolgte, w_g der Widerstand des Galvanometerzweiges, so ist

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{w_g + w_n}{w_n}.$$

---

[1]) Rowland, *American Journal (Dana and Silliman) (III)* **15**. *S. 433*, hat diese Regel bereits benutzt.

[2]) Rayleigh, *Phil. Transact. (1882) S. 670.*

[3]) Glazebrook, Dodds, Sargant, *Phil. Trans. Vol.* **174**. *S. 223. (1883).*

Die Verwendung eines stark gedämpften Hilfsgalvanometers, mit welchem der primäre Strom bei den Induktionsversuchen und der Stammstrom bei der Verzweigung gemessen wird, hätte den Einfluss von Stromschwankungen beseitigt und eine erheblich grössere Genauigkeit erzielen lassen.

Das Galvanometer war nach Maxwell's Angaben konstruirt. Es fragt sich, ob für die Ablenkungsbeobachtungen mit konstantem Strom Proportionalität mit der Tangente des Ablenkungswinkels hinreichend nahe besteht.

Die Abweichung vom Tangentengesetz ist merklich dargestellt durch den Term

$$1 - \frac{15}{16} \frac{l^2(4a^2 - r^2)}{(r^2 + a^2)^2} \sin^2\varphi,$$

wo

l der Polabstand des Magnets ($15 \times {}^5/_6 = 12{,}5$ *mm*),
r der mittlere Radius der Rollen (37,3 *mm*),
a der Abstand der Mittelebene einer Rolle von der Magnetmitte (20,2 *mm*)

ist. Die Zahlenwerthe sind aus den Angaben von Glazebrook S. 233 berechnet; mit Einsetzen derselben findet sich:

$$1 - 0{,}0111 \sin^2\varphi;$$

da ferner $\sin\varphi$ kaum $^1/_{30}$ erreichte, so ist dieser Term nahe genug $= 1$.

Soll die Vertheilung der Windungen in einem rechteckigen Querschnitt dieses Verhältniss nicht stören, so soll nach Maxwell seine Höhe zur Breite im Verhältniss $\sqrt{^{36}/_{31}}$ stehen ($= 1{,}078$). Thatsächlich war dieses 1,214; indessen dürfte ein merklicher Irrthum hieraus nicht erwachsen.

Um von der Bezeichnung S. 56—58 zu der von Glazebrook überzugehen, ist zu ersetzen:

$$R,\ T_0,\ \varphi_x,\ w_g,\ w_n,\ P,\ \Phi \text{ durch}$$
$$R,\ T,\ \Theta,\ S,\ V,\ M,\ \beta.$$[1]

Glazebrook schreibt für $e^{\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{\pi}{\lambda}} : 1 + \frac{1}{2}\lambda$, was bei der schwachen Dämpfung erlaubt ist; ferner unterbricht er nicht den primären Strom, sondern kehrt denselben um. Hierdurch ergiebt sich die Formel: (vergl. Glazebrook S. 236, 4)).

$$R = \frac{\pi M}{T\left(1 + \frac{\lambda}{2}\right)} \frac{S + V}{V} \frac{tg\,\Theta}{\sin\frac{\beta}{2}} \quad \ldots\ldots \quad 21)$$

Die Schwingungsdauer beobachtet Glazebrook bei geschlossenem sekundären Kreis; die Korrektion wegen der Dämpfung ist verschwindend.

Gegen das Verfahren der Stromumkehr statt Unterbrechung sind von H. F. Weber Bedenken geäussert; immerhin wäre eine experimentelle Prüfung bei Glazebrook erwünscht gewesen.

Nach welchen Grundsätzen bei der Stromumkehr verfahren wurde, ist nicht angegeben. Die Befolgung der S. 60 angegebenen Regel hätte jedenfalls die zufälligen Fehler herabgesetzt.

Die Reihenfolge der Beobachtung war, Ruhelage; Induktion →, ←, ←, →; Ruhelage; Ablenkung durch Zweigstrom ←, →, Ruhelage u. s. w.

Besonders bei der Bestimmung der stationären Ablenkung machte sich die Variation der Deklination störend bemerkbar. Eine gleichzeitige Ablesung an einem Magnetometer mit kräftiger Dämpfung hätte diese Fehlerquelle beseitigt.

Aus der Formel 21) ist ersichtlich, dass eine Ueberschätzung des mittleren Rollenradius, welche ein zu grosses M und also auch R ergiebt, den Werth des

[1]) Es fehlt in der Formel 4) bei Glazebrook S. 236 im Nenner der Faktor 2.

Ohm ausgedrückt durch die B. A. U. oder eine Quecksilbersäule zu klein ausfallen lässt. Magnetisirbarkeit der Metalltheile würde ein zu grosses β, somit einen zu grossen Werth des *Ohm* zur Folge haben.

Ueber die Widerstände ist Folgendes zu sagen.

V war ein Neusilberdraht von 4,5 *m* Länge und 1,2 *mm* Durchmesser; er war in eine Messingbüchse eingeschlossen und diese in ein Wasserbad gesetzt. V betrug etwa 1 B. A. U. und war mit den Originalrollen genau verglichen. Da der Strom $^1/_{16}$ *Ampère* nicht überstieg, so liess sich die Temperatursteigerung (ohne Rücksicht auf Wärmeabgabe) in einer Minute auf 0,013° schätzen; bei der zweiten Reihe von Beobachtungen war in den Hohlraum der Messingbüchse ein Thermometer eingesenkt, dessen Angaben mit der Temperatur des Bades übereinstimmten. Die Erwärmung durch den Strom kann hiernach einen merklichen Einfluss nicht gehabt haben.

Der Widerstand des sekundären Kreises — etwa 160,5 B. A. U. — wurde durch Vergleichung mit einer *Pt-Ag*-Rolle nahe gleichen Widerstandes (mit Hilfe einer Wheatstone'schen Brücke) ermittelt. S betrug rund 3060 B. A. U. Hieraus ergab sich für die Beobachtungen das sehr günstige Verhältniss, dass die Genauigkeit derselben nicht von dem sehr unbequemen Quotienten S/V (nahe $^1/_{3060}$), sondern von dem weit leichter zu ermittelnden S/R abhing (etwa $^1/_{19,06}$).

S/R bestimmte Glazebrook zunächst mit Benutzung eines Stöpselrheostaten (*post-office box*), indem er die Rollen 5, 10, 10' desselben mit Normalrollen verglich, welche sorgfältig auf die Original-B. A. U. bezogen waren.

In bekannter Weise wurde die Kalibrirung des Stöpselrheostaten fortgesetzt bis zu den hohen Widerständen hinauf und dann R und S mit geeigneten Kombinationen aus dem Rheostaten verglichen.

Es ist ersichtlich, dass hierbei die Stöpsel und die Kupferdrähte in dem Stöpselrheostaten Fehler verursachen mussten, welche ich früher[1]) erörtert habe.

Glazebrook scheint diese Verhältnisse nicht gekannt zu haben, sonst würde er den Grund für die Abweichung dieser Messung von S und R gegen die spätere entdeckt haben.

Dass thatsächlich beim Ziehen zweier aneinandergrenzender Stöpsel nicht die Summe der den einzelnen entsprechenden Widerstände eingeschaltet wird, geht aus den Messungen von Glazebrook hervor.

So war (a. a. O. S. 258):

10 : 9,98983
10' : 9,99007
Summe 19,97990,

während gemessen wurde

10 + 10' gezogen: 19,9769
also 0,0030 weniger.

Aehnlich: 1 + 2 + 2' + 5 = 9,9870
10 = 9,9898
Summe: 19,9768;

direkt gemessen: 19,9756
0,0012 weniger.

---

[1]) Dorn, *Wied. Ann.* **22**, *S. 558. (1884).*

Die Differenzen entsprechen dem Doppelten des zwischenliegenden Kupferdrahtes.

Bei dem gegenseitigen Verhältniss höherer Widerstände tritt der Einfluss dieser Fehlerquelle mehr und mehr zurück. Daher stimmt das Verhältniss S/R durch Vergleichung mit dem Stöpselrheostaten (19,0602) sehr nahe mit dem Resultat einer zweiten von dem oben erwähnten Fehler freien Messung (19,0607) obwohl die Werthe von R und S selbst stärker differirten (R nach der ersten Methode 160,586, nach der zweiten 160,520).

Weil nun V hinreichend sicher in B. A. U. bestimmt war und nach obigen Erörterungen auch S/R mit keinem merklichen Fehler behaftet ist, so ist wegen der Widerstände eine Entstellung des Resultates nicht zu befürchten.

Da die aus der Unsicherheit der Ruhelage des Galvanometers und aus der Aenderung der Stromstärke entspringenden Fehler auf das Gesammtmittel keinen grossen Einfluss gehabt haben dürften, so bleibt von möglichen Fehlerquellen nur die Ueberschätzung des mittleren Radius und die Magnetisirbarkeit der Rahmen übrig; und auch diese werden nicht erheblich eingewirkt haben. (vgl. S. 52.)

Als Endresultat giebt Glazebrook:

$$1 \text{ B. A. U.} = 0{,}98665 \; Ohm.$$

Will man hieraus die Beziehung des *Ohm* zur Quecksilbereinheit herleiten, so kommen ganz dieselben Ueberlegungen in Anwendung, welche S. 54 entwickelt sind.

Die Ergebnisse sind in folgendem Täfelchen vereinigt:

Nach:	1 *m Hg* =	1 *Ohm* =
Rayleigh	0,95412 B. A. U.	1,06227 *m Hg*
Glazebrook u. Fitzpatrick....	0,95352 „	1,06294 „
Gl. u. F. umgerechnet (*D*)	0,95348 „	1,06299 „
Rayleigh umgerechnet (*D*) ..	0,95378 „	1,06265 „

Die erste Zahl ist jedenfalls zu verwerfen; wie schon S. 54 erörtert, möchte ich 1,06265 für den wahrscheinlichsten Werth halten.

b. Mascart, de Nerville, Benoit. 1884[1]).

Die Verfasser haben 5 Drahtrollen hergestellt, welche sie zu Beobachtungen nach der Weber'schen und Kirchhoff'schen Methode verwenden. Ich bespreche die ganze Arbeit hier, weil die Verfasser auf die Resultate der Kirchhoff'schen Methode das Hauptgewicht legen. Ich bemerke im Voraus, dass die Publikation auch in der zweiten Form eine sehr unvollständige ist, sodass der Leser über sehr wesentliche Punkte aus derselben keinen Aufschluss gewinnen kann.

Beobachtungen nach Weber's Methode.

Durch Umlegen des Erdinduktors von der Windungsfläche S werde die erste Elongation des Galvanometers Θ erzeugt. Die Schwingungsdauer sei τ.

Um das Verhältniss der Horizontalintensität am Orte des Induktors und des Galvanometers zu eliminiren, wurde derselbe konstante Strom durch das Galvanometer (welches ev. einen geeigneten Nebenschluss erhielt) und den in den

[1]) *Résumé d'expériences etc. (1884). Ann. de chimie et de phys. (VI) 6, S. 1 (1885).* Ich beziehe mich auf letztere Publikation wegen der grösseren Ausführlichkeit.

Meridian gestellten, mit einem Magnetometer versehenen Erdinduktor gesendet, wobei die Ablenkungen δ und Δ beobachtet seien.

Der absolute Widerstand des Stromkreises ist dann[1])

$$R = 2\,G\,S\mu\,\frac{g_0}{g}\,\frac{tg\,\delta}{tg\,\Delta}\,\frac{1}{(1+\zeta')}\,\frac{\pi}{\tau\,2\sin\frac{\theta}{2}}\,e^{-\frac{\lambda}{\pi}\,\mathrm{arctg}\,\frac{\pi}{\lambda}}, \quad . \quad . \quad 22)$$

worin noch bedeutet:

G die Galvanometerfunktion für den als Galvanometer benutzten Erdinduktor,

μ einen von dem Nebenschluss am Galvanometer und dem Widerstand des Letzteren abhängigen Faktor,

g_0, g die Galvanometerfunktion für das Galvanometer für den in der Ruhelage befindlichen und den um δ abgelenkten Magnet,

ζ' das Torsionsverhältniss für den Magnet im Erdinduktor,

λ das logarithmische Dekrement für das Galvanometer.

G und S sind aus den bei der Wickelung bestimmten Dimensionen der Windungen zu berechnen.

Die Verfasser ermittelten die ganze Länge l des aufgewundenen Drahtes, indem sie an einem horizontalen Lineal immer Stücke von etwa 28 *m* abmaassen; es waren Vorkehrungen getroffen, um dem Draht beim Aufwickeln dieselbe Spannung zu ertheilen, wie bei der Längenmessung.

Wenn nun auch Himstedt nach einem entsprechenden Verfahren bei Aufwendung grosser Sorgfalt nahe gleiche Werthe des Durchmessers erhielt, wie nach sicheren Methoden, so halte ich doch die alleinige Anwendung der Messung der Drahtlänge ohne ausreichende Kontrole für sehr bedenklich. Das Urtheil eines Augenzeugen, der die Einrichtungen in Paris zu sehen Gelegenheit hatte, bestärkt mich in dieser Meinung.

Voraussichtlich wird der Draht bei dem Aufwinden eine weitere Dehnung erfahren, weil hier doch ein stärkerer Zug erfolgt; bei dem Anlegen einer Windung an die andere werden kleine seitliche Verbiegungen ausgeglichen u. s. w.

Wahrscheinlich wird hienach die Drahtlänge grösser sein, als sie in Rechnung gesetzt ist. Da die Drähte ziemlich dünn waren — 0,5 bis 1 *mm* — so kann diese Differenz einen nicht unbeträchtlichen Werth erreichen.

Es sind zwar ausserdem noch Messungen des Durchmessers jeder Lage mit einem Stangenzirkel vorgenommen; aber an keiner Stelle wird berichtet, wie diese Messungen sich zu den ersten verhalten.

Schliesslich sind noch Vergleichungen der Windungsflächen der verschiedenen Rollen untereinander vorgenommen nach verschiedenen Methoden, von denen eine auf der Ablenkung einer weit (2—3 *m*) entfernten Magnetnadel durch einen zwei Rollen durchlaufenden Strom beruhende als die zuverlässigste bezeichnet wird.

Aber auch hier fehlen nähere Angaben; mitgetheilt wird nur, dass die Uebereinstimmung befriedigend gewesen sei ausser bei einer Rolle *a*, deren Windungsfläche sich aus den Vergleichungen um $^1/_{500}$ höher ergab als aus den direkten Abmessungen.

Natürlich ist hierdurch ein nahezu gleicher prozentischer Fehler bei den übrigen Rollen nicht ausgeschlossen.

In erster Näherung ist:

$$G\,S = \pi\,nl, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 23)$$

---

[1]) Ich setze diese Formel her, welche vollständiger ist als die von Mascart, de Nerville, Benoit benutzte.

wenn n die Anzahl der Umgänge, l die ganze Drahtlänge bedeutet. Eine Unterschätzung von l liefert daher wegen 22) ein zu kleines R, somit einen zu hohen Werth des *Ohm* als Quecksilbersäule.

Für die wirkliche Berechnung der Beobachtungen müssen G und S genauer ermittelt werden.

Wenn a den mittleren Radius, b die halbe Breite, c die halbe radiale Höhe des Windungsraumes bedeutet, setzen Mascart, de Nerville, Benoît:

$$S = \pi n a^2 \left[1 + \tfrac{1}{3} \frac{c^2}{a^2} \right].$$

Diese Formel ergiebt sich leicht, wenn man die Summation nach den einzelnen Drahtlagen durch eine Integration nach dem Radius ersetzt.

Aus der Entwickelung nach Kugelfunktionen habe ich zunächst ohne Rücksicht auf die Magnetlänge

$$G = \frac{2\pi n}{a} \left[1 + \frac{1}{a^2}\left(\frac{c^2}{3} - \frac{b^2}{2}\right) + \frac{1}{a^4}\left(\frac{c^4}{5} + \tfrac{3}{8} b^4 - b^2 c^2\right) \right] \qquad 24)$$

(b = halbe axiale Breite des Windungsraumes).

Mascart, de Nerville, Benoît vernachlässigen vierte Potenzen von b und c und schreiben (a. a. O. S. 40):

$$\frac{1}{2\pi G S} = \frac{1}{2\pi^2 n l} \left[1 + \tfrac{1}{2} \frac{b^2}{a^2} - \tfrac{2}{3} \frac{c^2}{a^2} \right] = k' \quad . \quad . \quad 25)$$

Diese Vernachlässigung wäre noch am ersten zu merken an den kleinen Rollen, bei denen etwa:

$$a = 14\ cm,\ \ b = 1{,}5\ cm,\ \ c = 1{,}5\ cm.$$

Macht man in obigen Formeln $b = c$ und entwickelt bis zu vierten Potenzen, so ist in der Parenthese von 25) noch hinzuzufügen:

$$+ \frac{183}{360} \frac{c^4}{a^4} = + \frac{183}{360} \left(\frac{1{,}5}{14}\right)^4 = + 0{,}000067.$$

Diese Grösse ist innerhalb der Genauigkeitsgrenze der Beobachtungen nicht merklich.

Um den Einfluss der Magnetlänge $2L$ zu berücksichtigen, fügen Mascart, de Nerville, Benoît in der Galvanometerfunktion einen Faktor der Form hinzu (a. a. O. S. 38):

$$1 - \tfrac{3}{2}(1 - 5 \sin^2 \Delta) \frac{L^2}{a^2}.$$

Da die Magnetlänge 1—2 *cm* betrug, und der Radius der Rolle 14 *cm* wenigstens, so genügt dies für die Magnete im Erdinduktor.

Bei dem Galvanometer kommt der axiale Abstand der Mittelebene der Windungen vom Magnet in Betracht, somit ist obige Formel nicht verwendbar (Mascart, de Nerville, Benoît bedienen sich derselben auch hier).

Da aber nur g_0/g auftritt, es also nur auf die geringe Abweichung vom Tangentengesetz bei kleinen Ablenkungen ankommt, so scheint ein merklicher Fehler hierdurch nicht entstanden zu sein. Etwas Sicheres lässt sich darüber nicht aussagen, da die Dimensionen des Galvanometers nicht vollständig angegeben sind.

Ueber den Betrag des Faktors μ, sowie über Herstellung der Nebenschlüsse zum Galvanometer und über die Bestimmung der Widerstandsverhältnisse ist nichts mitgetheilt, obwohl die hier vorliegende Aufgabe bekanntlich durchaus nicht einfach ist. Dass hierher eine merkliche Unsicherheit entspringt, geht aus beiläufigen Andeutungen der Verfasser hervor. (a. a. O. S. 52).

Um an der beobachteten ersten Elongation die Reduktionen wegen der

kleinen vor dem Induktionsstoss vorhandenen Bewegung und wegen der Dämpfung anzubringen, bedienen sich die Verfasser einer Reduktionsformel, die a. a. O. S. 27 nachgesehen werden möge. Ich habe einige der a. a. O. S. 28 mitgetheilten Beispiele zum Vergleich streng berechnet und etwas grössere Werthe gefunden.

Es ist leicht ersichtlich, dass bei dem Verfahren von Mascart, de Nerville, Benoît nicht der ganze Einfluss der Dämpfung berücksichtigt wird; die Differenz beträgt für die Beobachtungen S. 28 etwa $^1/_{5000}$. θ wäre also etwas zu vergrössern; hierdurch fiele R kleiner, und die Länge des *Ohm* als *Hg*-Säule grösser aus. Der Betrag kann wieder nicht näher beziffert werden.

Auf Seite 28 findet sich noch die Bemerkung, dass die Dauer des Umlegens noch nicht $^1/_5$ der Zeit betragen habe, welche der Magnet zur Erreichung der grössten Elongation brauchte. Es war also die Schwingungsdauer des Magnets viel zu kurz.

Der hierher rührende Fehler kann nach einer von mir entwickelten Formel [1]) genau bestimmt werden.

Da der Magnet vor Ausübung der Induktordrehung nur eine sehr kleine Bewegung besitzt, so ist die ursprüngliche Geschwindigkeit $v_0 = 0$ zu setzen; der Magnet bewegt sich so, als wäre ihm nicht die Geschwindigkeit γ ertheilt worden (welche eintreten würde, wenn der ganze Induktionsstoss den Magnet in der Ruhelage träfe) sondern eine Geschwindigkeit

$$V_0 = \gamma \left[1 - \frac{\pi^2}{2}\left(\frac{1}{4} - \frac{2}{\pi^2}\right) q^2\right],$$

wenn q den Bruchtheil der Schwingungsdauer bedeutet, während deren der Induktor gedreht wurde.

Hier ist, da die Elongation in der halben Schwingungsdauer erreicht wird, $q = 0{,}1$ zu setzen; es folgt

$$V_0 = \gamma\ [1 - 0{,}00234].$$

Der Faktor $1 - 0{,}00234$ wäre im Zähler der Formel 22) auf S. 64 hinzuzufügen; also würde R zu verkleinern und der Werth des *Ohm* als Quecksilbersäule zu vergrössern sein.

Leider ist nicht gesagt, ob für alle nach der Weber'schen Methode angestellten Versuche dasselbe Galvanometer (bzw. derselbe Magnet mit dem gleichen hinzugefügten Trägheitsmoment) benutzt wurde. Im Falle eines Wechsels würden die auffallend hohen Differenzen in Tabelle 1 (a. a. O. S. 51) (Werth des *Ohm* in B. A. U. ausgedrückt) zum Theil erklärlich sein. Es kommen darin Werthe von 1,0116 bis 1,0176, also Unterschiede von 0,6 Prozent vor!

Diese Fehlerquelle wirkt entgegengesetzt auf das Endergebniss, wie die Unterschätzung der Drahtlänge; also wird eine theilweise Ausgleichung erfolgt sein.

Es scheint, dass das Hilfsmagnetometer im Erdinduktor auch während der Induktionsbeobachtungen darin blieb und nur der Magnet durch Heben eines trogförmigen Lagers fixirt wurde. Könnte man die Verbindung des Magnets mit dem Induktor als vollkommen starr ansehen, so würde nur die geringe Verstärkung des Magnetfeldes durch das im Magnet induzirte Quermoment wirksam sein. Zu einer Schätzung desselben fehlen aber alle Data. Andererseits würden schon ziemlich geringe Drehungen des Magnets eine merkliche Störung hervorbringen.

Ein magnetischer Lokaleinfluss (Instrumentaleinfluss) auf den Galvano-

---

[1]) Dorn, *Wied. Ann.* **17.** *S. 662 (1882)* Formel 25.

metermagnet würde sich ziemlich herausheben; nicht aber ein solcher auf das Hilfsmagnetometer im Induktor. Versuche in dieser Hinsicht sind nicht mitgetheilt.

Beobachtungen nach Kirchhoff's Methode.

Eine grössere und eine kleinere Rolle wurde möglichst koaxial und konzentrisch aufgestellt, eine derselben mit einer Batterie und einem strommessenden Galvanometer, die andere mit einem ballistischen Galvanometer verbunden.

Die Ablenkung α des strommessenden und die erste Elongation Θ nach Stromunterbrechung (oder Stromumkehr) des ballistischen Galvanometers und die Schwingungsdauer τ wurde beobachtet. Dann wurde — nöthigenfalls unter Anbringung eines Nebenschlusses — derselbe Strom durch beide Galvanometer geleitet und die stationäre Ablenkung δ u. δ' ermittelt.

Es ergiebt sich (bei Stromumkehrung) für den absoluten Widerstand des sekundären Kreises:[1])

$$R = 2\,M\mu\,\frac{g_0}{g}\,\frac{g_1'}{g'}\,\frac{tg\,\delta}{tg\,\delta'}\,\frac{\pi}{\tau}\,\frac{tg\,\alpha}{2\sin\frac{\Theta}{2}}\,e^{-\frac{\lambda}{\pi}\operatorname{arctg}\frac{\pi}{\lambda}}.$$

Hierin ist:
M der Induktionskoeffizient der Rollen,
g_0, g die Galvanometerfunktion des ballistischen Galvanometers für Ablenkung 0 u. δ,
g', g_1' die Galvanometerfunktion des strommessenden Galvanometers für die Ablenkung 0 u. δ',
μ der Koeffizient wegen des Nebenschlusses.

Die auch hier unrichtige Formel (a. a. O S. 38) für Berücksichtigung der Nadellänge dürfte nicht einen merklichen Fehler herbeigeführt haben; magnetische Lokal- und Instrumentaleinflüsse in den Galvanometern heben sich fort.

Eine kurze Schwingungsdauer des ballistischen Galvanometers bedingt bei dem schnellen Ablauf der Induktion hier keinen Fehler; über die Berücksichtigung der Dämpfung (und der kleinen bei der Stromumkehr vorhandenen Magnetbewegung) gelten dieselben Bemerkungen wie S. 66.

Die Bestimmung von μ unterliegt denselben Schwierigkeiten wie oben.

Der Induktionskoeffizient M ist in erster roher Annäherung

$$M = \pi\,\frac{n^2}{n'}\,\frac{l'^2}{l},$$

wo n, n' die Windungszahlen, l, l' die Drahtlängen für die grössere und kleinere Rolle bedeuten.

Eine Unterschätzung der Drahtlängen führt also auch hier zu einem zu grossen Werth des *Ohm* als Quecksilbersäule.

Wenn hiernach dies letzte wesentlichste Bedenken auch für die Beobachtungen nach Kirchhoff's Methode bestehen bleibt, so sind die Verhältnisse hier doch im Allgemeinen günstiger, wie auch aus einer Vergleichung der Tabelle 2 mit Tabelle 1 hervorgeht. Aber auch in Tabelle 2 befinden sich sehr grosse Differenzen (1,0088 — 1,0186).

Im Mittel aus beiden Methoden folgern Mascart, de Nerville, Benoît

1 B. A. U. = 0,9861 *Ohm*,

woraus mit Hinzuziehung von

1 *m Hg* (Mascart, de Nerville, Benoît) = 0,95374 B. A. U.

---

[1]) Bei Mascart, de Nerville, Benoît eine etwas weniger vollständige Formel.

sich ergiebt

$$1\ Ohm = 1{,}0633\ m\ Hg.$$

(Setze ich nach meiner Umrechnung

$$1\ m\ Hg\ (\text{Mascart, de Nerville, Benoît-}D) = 0{,}95378\ \text{B. A. U.},$$

$$\text{so kommt}\ 1\ Ohm = 1{,}06324\ m\ Hg).$$

Mascart, de Nerville, Benoît bevorzugen aber mit Recht das Resultat der Beobachtungen nach Kirchhoff's Methode, und haben dann

$$1\ Ohm = 1{,}0630\ m\ Hg$$

(oder nach meiner Umrechnung 1,06293 *m Hg*).

Ich muss bekennen, dass ich diesem Resultat mit Rücksicht auf die mehrfachen Fehlerquellen und die grossen Abweichungen der Einzelbeobachtungen untereinander ein grosses Gewicht nicht beilegen kann.

c. Himstedt. 1886.[1])

Himstedt modifizirt die Kirchhoff'sche Methode so, dass nicht der erste durch den induzirten Strom erzeugte Ausschlag gemessen, sondern mit Hilfe eines „Disjunktors" $D_1 D_2$ der primäre Strom in rascher Folge geschlossen und unterbrochen wird, und entweder nur der Schliessungs- oder nur der Oeffnungsinduktionsstrom durch das Galvanometer geht. Hierdurch ergiebt sich eine stationäre Ablenkung α_1 des Galvanometers, welche folgt aus:

Fig. 5.

$$G\,tg\,\alpha_1 = \frac{n i V}{w_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 26)$$

wo: G die Galvanometerfunktion,

n die Anzahl der Unterbrechungen in einer Sekunde,

V der Induktionskoeffizient des primären Solenoids und der sekundären Rolle B,

$w_1 = r_1 + w_2$ der Widerstand des sekundären Kreises.

Nunmehr wird der Hauptstrom dauernd geschlossen, nachdem der Nebenschluss w_0 $(= w_2)$ entfernt ist und w_2 an die Enden von r angelegt ist. Da $r_1 = r$, so ist die Stromstärke im Stammstrom die gleiche wie vorhin; die Ablenkung α_2 des Galvanometers ist also bestimmt aus

$$G\,tg\,\alpha_2 = \frac{ri}{r + w_2} = \frac{ri}{w_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 27)$$

Durch Division der beiden Gleichungen:

$$r = n V \frac{tg\,\alpha_2}{tg\,\alpha_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 28)$$

Indem α_2 und α_1 möglichst nahe gleich gemacht werden, fallen alle Korrektionen wegen Abhängigkeit der Galvanometerfunktion von der Amplitude u. s. w. fort.

Da kleine Unterschiede zwischen r und r_1 sowie zwischen w_0 und w_2 keinen merklichen Einfluss ausüben, so sind nur wenige Grössen scharf zu bestimmen: n, V, α_2, α_1.

Wesentlich für die Methode ist die Voraussetzung, dass die von der Batterie erzeugte Stromstärke bei den beiden Anordnungen die gleiche ist, obwohl die Thätigkeit der Elemente im ersten Falle eine intermittirende, im zweiten eine kontinuirliche ist. Da im zweiten Falle eine etwaige Polarisation in den Elementen wahrscheinlich stärker hervortreten würde, so würde α_2 zu klein, also auch r zu klein und der Werth des *Ohm* zu gross ausfallen. Indessen kann

---

[1]) Berichte der Naturforschenden Ges. zu Freiburg i. B., *Heft 1.* (1886).

der Einfluss dieser Fehlerquelle nur ein ganz unmerklicher gewesen sein. Zunächst war der Widerstand des primären Kreises bedeutend, somit die Stromstärke gering (0,0008 bis 0,01 *Ampère*). Himstedt hat diesen Punkt wohl beachtet und verschiedene Batterien angewandt: 1) 1—4 Daniell-Elemente; 2) 4—6 Bunsenelemente durch Drahtwiderstand geschlossen mit Abzweigung des primären Stromes von geeigneten Punkten der Drahtleitung; 3) eine Thermosäule.

Besonders die Anordnung unter 2) scheint grosse Sicherheit zu bieten. In einem Falle waren dabei die 6 Bunsen durch 3000 *S.E.* geschlossen und von den Enden von 400 *S.E.* abgezweigt. Ein Unterschied der Ergebnisse für die verschiedenen Anordnungen lässt sich nicht erkennen.

Der Disjunktor war mit Hilfe eines phonischen Rades nach P. La Cour konstruirt und gab eine gleichmässige und genau messbare Rotationsgeschwindigkeit.

Dass nicht etwa der zum Betriebe des phonischen Rades erforderliche Strom eine Einwirkung auf den sekundären Kreis ausübte, hat (nach einer Privatmittheilung an den Verfasser) Himstedt durch direkte Versuche erwiesen, indem er die primäre Batterie entfernte oder Schliessungs- und Oeffnungsströme zugleich durch das Galvanometer gehen liess. In beiden Fällen trat keine Ablenkung ein.

Die primäre Rolle war ein Solenoid von 135,125 *cm* Länge und 11,6846 *cm* Radius mit 2864 Windungen; die sekundäre Rolle umschloss dasselbe ziemlich eng nahe der Mitte und hatte 15 Abtheilungen, welche verschieden kombinirt werden konnten.

Es ist:

$$V = 4\pi^2 \ R^2 k b \ (1 + 2a),$$

wo R der Radius des Solenoids,
k die Anzahl seiner Windungen für die Länge 1,
b die Anzahl der Windungen der sekundären Rolle (überhaupt),
$2a$ ein Korrektionsfaktor, dessen Werth 3% nicht erreicht.

Der Radius R wurde mit grosser Sorgfalt nach verschiedenen Methoden ermittelt:

1) durch ein besonders konstruirtes Sphärometer: $2R = 23{,}3252$ u. 23,3244 *cm*,
2) durch Papierstreifen: 23,3227 u. 23,3231,
3) durch Längenmessung des Drahtes (Messbahn 13 *m*) 23,3242,
4) nach der Wickelung mit Papierstreifen 23,3190,
und nach Vollendung der ganzen Arbeit 23,3194,
5) mit Stahlband 23,3204.

Die Wärmeausdehnung wurde bestimmt; die Feuchtigkeit übte in den Grenzen 60—90 % Sättigung keinen merklichen Einfluss auf den Durchmesser der Holzwalze aus. Die Anwendung von Holz hat also keinen Grund zu einer merklichen Unsicherheit gegeben.

Rayleigh[1]) hat darauf aufmerksam gemacht, dass sehr erhebliche Fehler in Folge der nicht ganz gleichmässigen Vertheilung der Windungen über die Länge der Rolle auftreten können.

Himstedt[2]) hat in Folge dessen nachträgliche Messungen über die Vertheilung der Windungen angestellt und sein Resultat danach korrigirt.

Die Isolation der Abtheilungen der sekundären Rolle wurde auf galvanischem Wege geprüft und die einzige unzuverlässige Lage von der Benutzung ausgeschlossen.

---

[1]) Rayleigh, *Phil. Mag. (V)* **28.** *S. 10 (1886).*
[2]) Himstedt, *Wied. Ann.* **28.** *S. 339 (1886).*

Uebrigens ist Himstedt einer der wenigen Autoren, welche ihre Apparate auf Magnetismus untersucht haben. Eisenspuren konnten im Draht des Solenoides qualitativ gefunden werden auf chemischem Wege, doch scheint ihr Einfluss durch den Diamagnetismus des Kupfers ausgeglichen zu sein, da eine astatische Magnetnadel nicht abgelenkt wurde. Beiläufig sei bemerkt, dass verborgene Eisenstifte in der Holzwalze einen Einfluss im Sinne einer Vergrösserung des *Ohm* als *Hg*-Säule ausgeübt haben würden.

Eine besondere Erörterung verlangt die Frage, ob der primäre Strom durch den Disjunktor nicht unterbrochen wurde, ehe er seine volle Stärke erreichte, und ob andererseits der sekundäre Strom Zeit zum vollständigen Ablauf hatte.

Da die Windungen des Solenoids nur eine Lage bilden, so ist seine Selbstinduktion nicht erheblich, und ein Fehler ist eher wegen zu früher Unterbrechung der sekundären Leitung zu erwarten, wo die Windungen in mehreren Lagen übereinander liegen.

Hier hat nun zunächst Himstedt immer die Vorsicht gebraucht, eine experimentelle Prüfung vorzunehmen (a. a. O. S. 19). Nachdem die Ablenkung beobachtet war, verstellte er die Kontakte so, dass nun die Zeit für Ausbildung des sekundären Stromes verkürzt wurde. Trat keine Verminderung der Ablenkung ein, so genügte selbst die verkürzte Zeit.

Ich selbst habe versucht, für die Koeffizienten der Selbstinduktion eine Schätzung zu gewinnen und so die Frage theoretisch zu entscheiden.

Für das Solenoid erhielt ich als obere Grenze des Koeffizienten der Selbstinduktion

$$P = 5{,}4 \, . \, 10^6 \, cm.$$

Da der Widerstand wenigstens 300 *Ohm* betragen haben wird, und die Dauer der Schliessung auf wenigstens $^1/_{30}$ Sekunde zu schätzen ist, so wird in der bekannten Formel für die Stromstärke zur Zeit t nach Stromschluss:

$$i = \frac{E}{w}\left[1 - e^{-\frac{w}{P}t}\right]$$

der zweite Theil in der Parenthese

$$e^{-1852}$$

also verschwindend gering.

In der sekundären Rolle wurden, wie schon erwähnt, verschiedene Kombinationen der Drahtlagen benutzt. Die grösste Zahl der Windungen findet sich in den Versuchen 16^a und 16^b; nehme ich diese 2020 Windungen in einem rechteckigen Raume der Breite 4 *cm* und der Höhe 1 *cm* (a. a. O. S. 14) gleichmässig vertheilt, so liefert die Formel bei Maxwell II Art. 706:

$$P = 1{,}7. \, 10^9.$$

Hierzu kommt noch das Galvanometer; über dasselbe sind nähere Angaben nicht gemacht; ich setze für dasselbe ebensoviel an, also zusammen

$$P = 3{,}4. \, 10^9.$$

Hier muss eine kleine Erörterung über den Ablauf des induzirten Stromes eingeschaltet werden.

Sei

J die Intensität des primären Stromes,

i die des induzirten,

V der Koeffizient der gegenseitigen Induktion zwischen primärer und sekundärer Rolle,

P der Koeffizient der Selbstinduktion der sekundären Rolle.

P sei sehr gross gegen V, was in den vorliegenden Versuchen zutrifft.

Es gilt sodann für i die Gleichung:

$$wi = -V\frac{dJ}{dt} - P\frac{di}{dt} \quad \ldots\ldots \quad 29)$$

J fällt sehr schnell ab (bzw. erreicht sehr schnell seinen vollen Werth, wenn mit Schliessung gearbeitet wird (s. o. S. 70).

Ich theile die Dauer des sekundären Stromes in 2 Perioden; bis zum Ablauf von J (0 bis τ_1) und die darauf folgende Zeit. Ich multiplizire 29) mit dt und integrire über die Dauer der ersten Periode. In der so entstehenden Gleichung

$$w\int_0^{\tau_1} i\,dt = VJ - Pi_1$$

wird die linke Seite wegen der Kleinheit von τ_1 in erster Näherung fortgelassen werden können, woher

$$i_1 = \frac{VJ}{P},$$

Für die folgende Zeit gilt nun

$$wi = -P\frac{di}{dt},$$

woraus (wenn jetzt t vom Beginn der zweiten Periode gezählt wird, was praktisch gleichgültig ist):

$$i = i_1 e^{-\frac{w}{P}t} = J\frac{V}{P} e^{-\frac{w}{P}t}.$$

Berechnet man den Integralstrom für die zweite Periode (der für die erste ist verschwindend gering) so kommt:

$$q = \int_0^\infty i\,dt = J\frac{V}{P}\frac{P}{w} = J\frac{V}{w},$$

also der richtige Werth.

Mit Einführung von q wird

$$i = q\frac{w}{P}e^{-\frac{w}{P}t},$$

und der von einem Moment τ_2 bis $t = \infty$ noch ablaufende Betrag des Integralstromes:

$$\int_{\tau_2}^\infty i\,dt = qe^{-\frac{w}{P}\tau_2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 30)$$

Nach einer Privatmittheilung Himstedt's war bei den Versuchen 16^a und 16^b der Widerstand etwa 510 *Ohm* $= 5{,}1 \,.\, 10^{11}$ *cm* sec^{-1}. Weiter werde angenommen, dass τ_2 die Hälfte der Zwischenzeit zwischen zwei succesiven Stromschliessungen, also nahe $1/(2\,.\,8{,}4) = 1/16{,}8$ *sec.* betragen habe. Mit

$$w = 5{,}1\,.\,10^{11}\ cm\ sec^{-1},\quad P = 3{,}4\,.\,10^{9}\ cm,\quad \tau_2 = 1/16{,}8$$

folgt

$$\frac{w}{P}\tau_2 = 8{,}93,\quad e^{-8{,}93} = 0{,}00013.$$

Unter diesen Annahmen wäre der sekundäre Strom bis auf einen unmerklichen Bruchtheil abgelaufen.

Hätte aber τ_2 nur $^2/_3$ des obigen Werthes betragen, so würde sich ergeben:

$$\frac{w}{P}\tau_2 = 5{,}95,\quad e^{-5{,}95} = 0{,}0026,$$

sodass etwa $^1/_{400}$ des induzirten Stromes nicht zur Wirkung gelangt wäre.

Das herausgegriffene Beispiel ist allerdings eins der ungünstigsten; aber

auch bei den Versuchen mit der geringsten Zahl von Windungen (18ᵃ und 18ᵇ) genügte es, die Schliessungsdauer des sekundären Kreises τ_2 von dem wahrscheinlichen Werthe $^1/_{20}$ *sec.* auf $^1/_{40}$ *sec.* herabzusetzen, um für die Exponentialgrösse 0,0016 zu erhalten.

Himstedt erklärte den Werth $\tau_2 = {}^1/_{40}$ *sec.* im vorliegenden Falle mit Rücksicht auf die Einrichtung des Disjunktors für ausgeschlossen und theilte mir noch mit, dass eine unzureichende Schliessungsdauer sich durch unregelmässige Bewegungen des Galvanometermagnets sofort bemerkbar mache.[1])

Hiernach ist es mir unwahrscheinlich geworden, dass in den hier erörterten Verhältnissen, wie ich früher meinte, der Grund für Himstedt's zu kleines Resultat zu suchen ist.

Ein Zweifel bleibt aber bestehen, besonders da der Selbstinduktionskoeffizient des Galvanometers vielleicht grösser war als oben angesetzt.

Es möge nun der Einfluss des im Galvanometermagnet induzirten Längs- und Quermomentes betrachtet werden.

Zunächst sei bemerkt, dass eine Schwächung des Längsmomentes durch das starke induzirte Quermoment bei der Anordnung von Himstedt weniger zu befürchten ist, als bei der ursprünglichen Methode von Kirchhoff. Denn die Intensität der einzelnen Induktionsströme ist bei Himstedt naturgemäss geringer. Dass eine Fehlerquelle von merklichem Einfluss hier nicht vorliegt, zeigen auch die vergleichenden Versuche von Himstedt, der (a. a. O. S. 20) mit Magneten von 6 *mm* Dicke und 1 *mm* Dicke gleiche Werthe erhielt.

In Himstedt's Galvanometer waren 2 bis 3 Magnete verwendet. Zur Untersuchung des Einflusses der induzirten Momente werde zunächst ein Magnet angenommen; an Stelle des wechselnden Stromverlaufs werde vorausgesetzt, dass während einer Zeit τ_1 ein Strom der gleichmässigen Stärke i_1 das Galvanometer durchfliesse, und darauf während τ_2 das Galvanometer stromlos sei. Diese Zustände mögen dauernd abwechseln; $\tau_1 + \tau_2$ sei so kurz, dass der Magnet eine stationäre Ablenkung erhält.

Für die Periode τ_1 habe ich ebenso wie S. 57

$$K\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -H M_l \varphi + H M_q + G i_1 [M_l + M_q \varphi], \quad . \quad 31)$$

$$M_l = M + \gamma\ [H + G i_1 \varphi], \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 31\text{a})$$

$$M_q = \alpha\ [H\varphi - G i_1], \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 31\text{b})$$

woher für die erste Periode:

$$K\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -H\mathfrak{M}\varphi + G i_1 [\mathfrak{M} - (\gamma - \alpha)(H\varphi - G i_1)\varphi] \quad 31\text{c})$$

$$[\mathfrak{M} = M + (\gamma - \alpha) H],$$

und für die zweite Periode

$$K\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -H\mathfrak{M}\varphi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 32)$$

Ich multiplizire beide Gleichungen 31b) und 32) mit dt und erhalte durch Integration, da ja stationäre Ablenkung eingetreten sein soll (und hiernach in beiden Perioden zusammen keine Aenderung der Winkelgeschwindigkeit erfolgen darf)

$$0 = -H\mathfrak{M}\varphi(\tau_1 + \tau_2) + G\mathfrak{M} i_1 \tau_1 - (\gamma - \alpha) G i_1 \varphi (H\varphi - G i_1)\tau_1.$$

---

[1]) Der Grund liegt darin, dass nicht alle Abschnitte des Disjunktors genau gleiche Länge haben, also verschiedene Theile des sekundären Stroms unterdrückt werden, sobald dies überhaupt in merklichem Maasse geschieht.

Im letzten Term ersetze ich i_1 durch seinen Näherungswerth

$$i_1 = \frac{H\varphi\,(\tau_1 + \tau_2)}{G\tau_1},$$

so kommt:

$$0 = -H\mathfrak{M}\varphi\,(\tau_1 + \tau_2) + G\mathfrak{M}\,i_1\tau_1 + (\gamma - \alpha)\,H^2\varphi^2\,\frac{\tau_2}{\tau_1}\,(\tau_1 + \tau_2),$$

also

$$\varphi = \frac{G}{H}\,\frac{i_1\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} + \frac{(\gamma - \alpha)\,H}{\mathfrak{M}}\,\varphi^2\,\frac{\tau_2}{\tau_1} \quad . \quad . \quad . \quad 33)$$

Die Ablenkung beim Induktionsversuch würde hiernach zu gross ausfallen und ebenso der Werth des *Ohm* als Quecksilbersäule.

Bei Himstedt war die Ablenkung etwa 400 *mm* bei 4000 *mm* Skalenabst., somit

$$\varphi = \frac{400}{2\,.\,4000} = \frac{1}{20};$$

ferner mag $(\gamma - \alpha)\,H/\mathfrak{M}$ nach meinen Erfahrungen für einen guten Magnet etwa $^1/_{700}$ gesetzt werden; dann wäre der relative Einfluss auf φ:

$$\frac{(\gamma - \alpha)\,H\varphi^2}{\mathfrak{M}}\,\frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{1}{700}\,\frac{1}{20^2}\,\frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{1}{280\,000}\,\frac{\tau_2}{\tau_1}.$$

τ_2 mag $^1/_8$–$^1/_{13}$ Sekunden betragen haben; nehme ich $^1/_{10}$ Sekunden, so wird:

$$\frac{1}{2800000}\,\frac{1}{\tau_1}.$$

Um für die Grössenordnung von τ_1 eine Schätzung zu gewinnen, nehme ich dafür P/w (d. h. die Zeit, die ein Strom braucht, um nach Unterdrückung der elektromotorischen Kraft auf $1/e$ seines Betrages zu sinken). Für $P = 3{,}4.\ 10^9$ und $w = 3{,}4.\ 10^{11}$ (vgl. S. 70) käme

$$\tau = \frac{P}{w} = \frac{1}{100}$$

und der Fehler $^1/_{28000}$.

Ich gehe nunmehr zu dem Falle eines astatischen Nadelpaares über. Bezeichne ich die auf den zweiten, ausserhalb der Windungen befindlichen, Magnet sich beziehenden Grössen mit ′, so gelten die Gleichungen:

$$K\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -HM_l\varphi + HM_q + Gi_1\,(M_l + M_q\varphi)$$
$$-HM_l'\varphi + HM_q' - G'i_1\,(M_l' + M_q'\varphi)\,^{1)},$$
$$M_l = M + \gamma\,(H + Gi_1\varphi);\quad M_l' = -M' + \gamma'\,(H - G'i_1\varphi),$$
$$M_q = \alpha\,(H\varphi - Gi_1);\quad M_q' = \alpha'\,(H\varphi + G'i_1),$$

woraus:

$$K\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -H\,[\mathfrak{M} - \mathfrak{M}']\,\varphi + Gi_1\,[\mathfrak{M} - (\gamma - \alpha)\,(H\varphi - Gi_1)\,\varphi]$$
$$- G'i_1\,[-\mathfrak{M}' - (\gamma' - \alpha')\,(H\varphi + G'i_1)\,\varphi],$$

wenn

$$\mathfrak{M} = M + (\gamma - \alpha)\,H,\quad \mathfrak{M}' = M' + (\gamma' - \alpha')\,H.$$

Durch Integration über eine Periode τ_1 konstanten Stroms i_1 und eine stromfreie Periode (s. o.) τ_2 folgt:

$$0 = -H\,[\mathfrak{M} - \mathfrak{M}']\,\varphi\,(\tau_1 + \tau_2) + Gi_1\tau_1\,\mathfrak{M} - (\gamma - \alpha)\,Gi_1\varphi\,(H\varphi - Gi_1)\,\tau_1$$
$$+ G'i_1\tau_1\,\mathfrak{M}' + (\gamma' - \alpha')\,G'i_1\varphi\,(H\varphi + G'i_1)\,\tau_1.$$

Es macht keine Schwierigkeit, hier im letzten Term i_1 durch einen Näherungs werth

$$i_1 = \frac{H\,(\mathfrak{M} - \mathfrak{M}')}{G\,\mathfrak{M} + G'\,\mathfrak{M}'}\,\varphi\,\frac{\tau_1 + \tau_2}{\tau_1}$$

---

[1]) Im letzten Term muss $-G'\ldots$ geschrieben werden, da das Magnetfeld die entgegengesetzte Richtung hat wie innen.

zu ersetzen, wodurch erhalten wird:

$$0 = -H[\mathfrak{M}-\mathfrak{M}']\varphi + G\left(\frac{i_1\tau_1}{\tau_1+\tau_2}\right)\mathfrak{M} - (\gamma-\alpha)\,G\,\varphi^2\,(H\varphi - G\,i_1)\,\frac{H(\mathfrak{M}-\mathfrak{M}')}{G\,\mathfrak{M}+G'\,\mathfrak{M}'}$$

$$+G'\left(\frac{i_1\tau_1}{\tau_1+\tau_2}\right)\mathfrak{M}' + (\gamma'-\alpha')\,G'\varphi^2\,(H\varphi + G' i_1)\,\frac{H(\mathfrak{M}-\mathfrak{M}')}{G\,\mathfrak{M}+G'\,\mathfrak{M}'} \quad . \quad . \quad 34)$$

Da G' erheblich kleiner als G ist und die beiden Magnete nicht viel unterschieden sind, ersetze ich im letzten Term $\gamma'-\alpha'$ durch $\gamma-\alpha$ und habe für die beiden Glieder zusammen:

$$-(\gamma-\alpha)\,\varphi^2\,(G-G')\,[H\varphi-(G+G')\,i_1]\,\frac{H(\mathfrak{M}-\mathfrak{M}')}{G\,\mathfrak{M}+G'\,\mathfrak{M}'}.$$

Indem ich ferner im Ausdrucke für i_1 (s. vor. S. unten) $\mathfrak{M}'$ durch $\mathfrak{M}$ im Nenner ersetze, und damit in die Parenthese [ ] hineingehe, erhalte ich:

$$(\gamma-\alpha)\,\varphi^3\,H\,(G-G')\left[\frac{\mathfrak{M}-\mathfrak{M}'}{\mathfrak{M}}\,\frac{\tau_2}{\tau_1}-\frac{\mathfrak{M}'}{\mathfrak{M}}\right]\frac{H(\mathfrak{M}-\mathfrak{M}')}{G\,\mathfrak{M}+G'\,\mathfrak{M}'}$$

Das Verhältniss dieses Terms zu dem φ enthaltenden Gliede in 34) ist:

$$\frac{(\gamma-\alpha)\,H\,(G-G')}{G\,\mathfrak{M}+G'\,\mathfrak{M}'}\,\varphi^2\left[\frac{\mathfrak{M}-\mathfrak{M}'}{\mathfrak{M}}\,\frac{\tau_2}{\tau_1}-\frac{\mathfrak{M}'}{\mathfrak{M}}\right]. \quad . \quad . \quad 35)$$

Zur ersten Orientirung mag man noch G' gegen G fortlassen; dann wird das Verhältniss

$$\frac{(\gamma-\alpha)\,H}{\mathfrak{M}}\,\varphi^2\left[\frac{\mathfrak{M}-\mathfrak{M}'}{\mathfrak{M}}\,\frac{\tau_2}{\tau_1}-\frac{\mathfrak{M}'}{\mathfrak{M}}\right], \quad . \quad . \quad 35a)$$

also wird bei einem astatischen Nadelpaar der Einfluss des induzirten Magnetismus erheblich geringer als bei einem einfachen Magnet.

In Folge einer von Lord Rayleigh[1]) ausgegangenen Anregung hat Himstedt[2]) eine experimentelle Prüfung in der Weise vorgenommen, dass er das System der Galvanometermagnete durch einen Magnet ablenkte und nun Schliessungs- und Oeffnungsströme durch das Galvanometer sandte. Es trat keine Ablenkung ein, somit ist, wie man sich leicht überzeugt, zu schliessen, dass die in Rede stehende Fehlerquelle nicht merklich wirkt.

In seiner ersten Mittheilung giebt Himstedt als Endresultat

1 *Ohm* = 1,0598 *m Hg* (Siemens & Halske 1882/85).

Wied. Ann. 28. S. 353 korrigirt er diesen Werth unter Benutzung der genaueren Bestimmung des Induktionskoeffizienten in

1 *Ohm* = 1,0601 *m Hg* (Siemens & Halske 1882/85).

Die von Himstedt zur Herstellung des Widerstandes r benutzten von Siemens & Halske bezogenen Neusilberdrähte (No. 3618 und 3619) haben sich aber in der Zeit zwischen ihrer Verifizirung bei Siemens & Halske (März 1885) und der Benutzung durch Himstedt (Juli 1885) geändert. Eine erneute Vergleichung mit den Quecksilbernormalen bei Siemens & Halske im Februar und April 1886 ergaben für No. 3619 eine Zunahme um 0,00152 Siemens Einheiten, woraus durch Vergleichung für No. 3618 eine Zunahme um 0,00144 Siemens Einheiten folgte.

Da es unsicher bleibt, wann diese erhebliche Aenderung vorgegangen ist, so kann Himstedt als Resultat seiner Untersuchung nur hinstellen, dass aus ihr folgt:

1 *Ohm* zwischen 1,0601 S.-E. und 1,0616 S.-E.

---

[1]) Rayleigh, *Phil. Mag.* (V) **21.** *S. 10 (1886).*

[2]) Himstedt, *Wied. Ann.* **28.** *S. 338 (1886).*

Nach einer privaten Mittheilung hat Himstedt seitdem seine Untersuchungen mit verbesserten Hilfsmitteln aufgenommen und insbesondere die Quecksilberwiderstände von Passavant zu Grunde gelegt.

Der sekundäre Kreis hatte nunmehr etwa 500 *Ohm* Ballastwiderstand erhalten, sodass ein unvollständiger Ablauf der Induktionsströme ganz ausgeschlossen erscheint.

Himstedt findet 1 *Ohm* =

Schliessungsströme	Oeffnungsströme
1,06279	1,06280
1,06258	1,06217
1,06269	1,06249

Hauptmittel: 1,06259 *m Hg* (Passavant) oder nach unwesentlicher Umrechnung (vgl. S. 36)

1 *Ohm* = 1,06257 *m Hg* (Passavant-*D*).

Den Grund für den zu niedrigen Werth der ersten Versuche aufzufinden ist nicht gelungen.

d. Roiti 1884 [1]).

Im Prinzip ist das Verfahren dasselbe wie bei Himstedt, nur in der Ausführung treten Verschiedenheiten auf.

Roiti betreibt seinen Disjunktor durch einen Schmid'schen Wassermotor, der aber lange nicht einen so regelmässigen Gang gehabt zu haben scheint als das phonische Rad bei Himstedt.

Das Solenoid ist auf eine Walze von karrarischem Marmor aufgewunden; eine Prüfung auf eine gleichmässige Vertheilung der Windungen über seine Länge ist nicht erfolgt.

Auf Magnetismus ist die Marmorwalze sorgfältig untersucht und im Durchschnitt schwach diamagnetisch gefunden, sodass ein Fehler wegen induzirten Magnetismus ausgeschlossen ist.

Den Messungen, welche vom 12. Januar bis 30. März 1884 ausgeführt sind, liegen als Etalons zu Grunde 1 B. A. U. (am 21. November 1883 von Rayleigh verificirt), 1 Siemens Einheit (2. November 1883) und 2 Neusilberdrähte von Strecker (13. und 16. Dezember 1883).

Bekanntlich ist Rayleigh's Werth der Quecksilbereinheit in B. A. U. (von 1883) zu hoch, ferner ist es wahrscheinlich, dass die Neusilberdrähte von Siemens und Strecker ihren Widerstand etwas vergrössert haben werden.

Roiti theilt mit, dass seine Einzelresultate bis 0,4 Prozent untereinander abweichen, was Himstedt der ungenügenden Gleichmässigkeit im Gange des Wassermotors zuschreiben will.

Ein unvollständiger Ablauf der Induktionsströme wird durch nachstehende Rechnung wahrscheinlich.

Für den Selbstinduktionskoeffizienten der inneren Lage der sekundären Rolle [465 Windungen, Breite 8,4 *cm*, radiale Höhe etwa 0,64 *cm*, mittlerer Radius 20,27 *cm*] erhalte ich

$$1{,}3 \,.\, 10^{8}\ cm.$$

Den Widerstand der Rolle schätze ich aus den Dimensionen auf 13 *Ohm*, der Widerstand des Galvanometers wird auf 11 *Ohm* angegeben.

---

[1]) Roiti, *Nuovo Cimento (III)* **15.** *(1884).*

Setze ich voraus, dass weiter kein Widerstand im sekundären Kreise zugefügt wurde, so ist für denselben (einschliesslich der Zuleitungen) anzusetzen etwa

$$w = 25 \ Ohm = 2{,}5 \, . \, 10^{10} \ cm/sec.$$

Für den Koeffizienten der Selbstinduktion des Galvanometers bringe ich $0{,}7 \, . \, 10^{9}$ in Ansatz, sodass im Ganzen

$$P = 2{,}0 \, . \, 10^{9}.$$

Die Dauer der Schliessung des sekundären Kreises wird $^1/_{20}$ *sec.* nicht überschritten haben, da die Schwingungsdauer des Galvanometers etwa 17 *sec.* betrug.

Hiernach berechnet sich

$$\frac{w}{P} t = 6{,}25$$

und der abgeschnittene Theil des Integralstromes

$$e^{-6{,}25} = 0{,}0019.$$

Möglichenfalls wurde etwas Widerstand zugegeben, dafür war aber vielleicht die Schliessungsdauer des sekundären Kreises noch kürzer.

Hiernach (wegen der Widerstandsetalons und wegen des eben erörterten Grundes) ist der Werth von Roiti

$$1 \ Ohm = 1{,}05896 \ m \ Hg$$

jedenfalls zu klein; der Betrag der Korrektion lässt sich nicht angeben.

e. Beobachtungen von Rowland und Kimball 1878—1884.

In der *Elektrotechnischen Zeitschrift Bd. 6, S. 441 (1885)* finde ich folgendes Zitat:

	1 *Ohm* =	
1878 Rowland	1,0616 *m Hg*	Methode Kirchhoff
1883 Kimball	1,0625 „	„ „
1884 Rowland u. Kimball	1,0631 „	„ „

Ich habe nur die erste Arbeit von Rowland auffinden können[1]); über die anderen vermochten auch Kollegen, welche mit der einschlägigen Literatur vertraut sind, mir keine Auskunft zu geben.

Als Rowland die ersten Untersuchungen (1877 u. 1878) anstellte, hatte er keine authentischen Kopien der B. A. U. zur Verfügung und hat auch keine Versuche gemacht, Quecksilberwiderstände herzustellen.

Aus denjenigen B. A. U.-Kopien, welche er für die sichersten hielt, leitet er als Resultat ab

$$1 \ B. \, A. \, U. = 0{,}9911 \ Ohm.$$

Setze ich nach Rayleigh (umgerechnet *D.*)

$$1 \ B. \, A. \, U. = 1/0{,}95378 \ m \ Hg,$$

so folgt

$$1 \ Ohm = 1{,}0579 \ m \ Hg.$$

Indessen ist es wahrscheinlich, dass die benutzten Kopien der B. A. U. ihren Widerstand vergrössert hatten, ich vermuthe, dass Rowland später authentische Kopien erhalten hat und auf diese sich die spätere Angabe 1,0616 gründet.[2])

Die Dimensionen der benutzten Induktionsrollen sind ziemlich klein (mittlerer Radius etwa 13,7 *cm*); man wird wegen Zusammenpressung der inneren

---

[1]) Rowland, *Am. Journal of Science and Arts Vol. 15. (1878) S. 281.*

[2]) Er hatte 2 Drähte hergestellt, welche nahe dem Widerstand seines sekundären Stromkreises waren (35 *Ohm*) und diese waren also nach seinen Versuchen in absolutem Maasse bekannt.

Windungen durch die darüber angebrachten eine Ueberschätzung des Radius annehmen dürfen, was einen zu hohen Werth des Induktionskoeffizienten, also einen zu kleinen Werth der das *Ohm* darstellenden Quecksilbersäule ergiebt.

Im entgegengesetzten Sinne würde eine Magnetisirbarkeit der recht massiven Messingzylinder wirken, auf welche der Draht der Induktionsrollen aufgewunden war.

Berechtigte Einwendungen wird man erheben können gegen die Messung des primären Stroms mit einer Tangentenbussole, deren Nadel auf einer Spitze sich bewegte, ferner gegen die Angaben der Dimensionen in Dezimalstellen, bis zu denen die Genauigkeit der benutzten Hilfsmittel bei weitem nicht reicht. Auf S. 430 findet sich z. B. ein mittlerer Radius bis auf Zehntausendtheile eines *mm* angegeben und derartige Zahlen sind häufig.

So schätzbar die Arbeit von Rowland ihrer Zeit war, wird man gegenwärtig das Resultat nicht mehr verwerthen.

5. Weber's Methode der rotirenden Rolle.

Diese Methode zeichnet sich, so lange man von Korrektionen absehen kann, durch eine grosse prinzipielle Einfachheit aus, woher sie auch von dem *Committee* der *British Association* benutzt worden ist.

Eine Drahtrolle der Windungsfläche F rotire mit der Winkelgeschwindigkeit ω um eine vertikale Axe. Die durch die Horizontalkomponente des Erdmagnetismus induzirten Ströme mögen eine im Zentrum der Rolle befindliche Magnetnadel um den Winkel φ ablenken; sei G die Intensität des Magnetfeldes, welche ein Strom 1, die Rolle durchfliessend, am Orte des Magnets erzeugen würde, so ist der absolute Widerstand des Drahtes der Rolle:

$$R = \frac{1}{2} \frac{FG\omega}{tg\varphi}.$$

Indessen geht der erwähnte Vorzug prinzipieller Einfachheit sofort verloren, sobald man die erforderlichen Korrektionen einführt und zur experimentellen Durchführung schreitet.

Da der Magnet bei der Bewegung der Rolle induzirend wirkt, so muss man sich mit einem sehr kleinen Momente desselben begnügen. Hierdurch wird seine Richtkraft sehr klein und Störungen jeder Art, besonders in Folge der Rotation des schweren Rollensystems, gewinnen auf seine Stellung erheblichen Einfluss.

Die Selbstinduktion in der Rolle, deren genaue Bestimmung aus den Dimensionen durch Rechnung oder durch direkte Beobachtung keineswegs leicht ist, modifizirt das Resultat erheblich, besonders bei höheren Rotationsgeschwindigkeiten.

Es ist gegenwärtig allgemein anerkannt, dass die Versuche des *Committee's* der *British Association*, welche zur Konstruktion der B. A. U. geführt haben, mit einem Fehler von mehr als 1 Prozent behaftet sind.

Ich brauche daher auf eine Kritik dieser Versuche nicht einzugehen, sondern wende mich zu den späteren Arbeiten.

a) Rayleigh und Schuster 1881.[1])

Diese Versuche, welche mit dem wenig abgeänderten Apparat des *British Association Committee* gemacht wurden, hatten den Zweck einer Orientirung.

---

[1]) Rayleigh und Schuster, *Proc. Royal. Soc. Vol.* **32.** *(1881)*.

Zunächst ist hervorzuheben, dass durch eine sinnreiche Vorrichtung von Rayleigh eine mehr als hinreichend genaue Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit ermöglicht wurde.

Der Magnet bestand aus vier kurzen Stäbchen, welche an den Kanten eines Würfels so angeordnet waren, dass „das System mit einem ∞ kurzen Magnet äquivalent war." Da (a. a. O. S. 124) zwar ihre Länge (0,5 *cm*), nicht aber die Würfelkante angegeben ist, so lässt sich nicht entscheiden, ob der Zweck erreicht war oder noch eine Korrektion wegen der Nadellänge anzubringen gewesen wäre.

Der Spiegel befand sich dicht über dem Magnetsystem.

Die kleinsten Störungen, z. B. das Anstossen mit dem Fingernagel an die den Magnet umgebende Büchse lenkten den Magnet ab. Rayleigh (a. a. O. S. 110) schreibt dies Luftströmungen zu und theilt einen Versuch mit, nach dem eine drehbare Scheibe sich $\perp$ zu einem periodischen Luftstrom zu stellen strebt. Bei schnellerer Drehung der geöffneten Rolle traten heftige Schwankungen auf (a. a. O. S. 110). In der Rotation der Rolle ist ein Grund zu periodischen Erschütterungen gegeben; ob die verursachten Luftbewegungen die Ablenkung vergrössern oder verkleinern, lässt sich nicht sagen, da man nicht weiss, in welchem Sinne die Luftbewegungen hauptsächlich verlaufen, ob von vorn nach hinten oder von rechts nach links. Wie leicht ersichtlich, wird diese Fehlerquelle durch Kombination von Versuchen mit entgegengesetzter Rotation nicht beseitigt. Mir scheint hier der hauptsächlichste Grund eines Bedenkens zu liegen.

Der Koeffizient der Selbstinduktion (a.a.O. S. 115—119) ergab sich durch Rechnung $= 4{,}51448.10^7$ *cm* und durch Versuche mit der Wheatstone'schen Brücke etwa $4{,}50.10^7$ *cm* in guter Uebereinstimmung. Auch derjenige Werth, welcher am besten geeignet war, die mit verschiedenen Rotationsgeschwindigkeiten angestellten Versuche in Einklang zu bringen ($4{,}54.10^7$) unterschied sich nur wenig. Hiermit war diese Schwierigkeit in zufriedenstellender Weise erledigt.

Die rotirende Rolle ging nahe an dem Gestell vorbei, und es war zu befürchten, dass hierbei merkliche Ströme induzirt werden könnten, da das Gestell eine zusammenhängende Metallmasse von erheblichem Querschnitt bildete. Es wurden daher Isolirstücke eingesetzt, welche, um eine Probe auf den früher vorhandenen Einfluss zu machen, durch Kontakte überbrückt werden konnten. Hierdurch wurde eine Aenderung von 0,86 auf 516 Skalentheile hervorgebracht.

Rayleigh erörtert noch, ob etwa durch den induzirten Magnetismus in dem Magnetsystem ein merklicher Fehler hätte entstehen können. Nach seiner Angabe würde eine „theoretisch weiche" Eisennadel sich ebenso einstellen, wie ein „theoretisch harter" Magnet (a. a. O. S. 121).

Ich habe meinerseits wenigstens den Einfluss einer Aenderung des longitudinalen Momentes verfolgt und finde denselben im Verhältniss

$$1 : \frac{H\gamma}{M} \frac{L\omega\varphi}{R},$$

wo L den Koeffizienten der Selbstinduktion, γ das durch die magnetisirende Kraft 1 induzirte Längsmoment und M das natürliche Moment des Magnets bedeutet.

Der grösste Werth von ω war etwa 33,3 und dann φ nahe $= 0{,}1$ (absol.), $L = 4{,}5 \,.\, 10^7$ und $R = 4{,}5 \,.\, 10^9$. Setze ich noch $H\gamma / M = 0{,}0014$ (meinen Untersuchungen entsprechend) so ergiebt sich

$$1 : 0{,}00005$$

also zu vernachlässigen.

Die Kontinuität des Rahmens, auf welchen der Draht aufgewunden

war, war durch je ein Isolirstück an den Enden eines horizontalen Durchmessers unterbrochen. Dies genügte in der That, um Ströme im Rahmen, welche bei Rotation hätten auftreten können, nicht in merklicher Weise zur Entwickelung gelangen zu lassen (a. a. O. S. 110).

Die Verfasser bestimmten den Umfang der Rolle für jede Lage beim Abwickeln. Nach ihrer Angabe (a. a. O. S. 127) war jedoch die Beschaffenheit der Drahtwindungen in Folge von Knicken im Draht mangelhaft, und sie vermuthen eine Unterschätzung des mittleren Rollendurchmessers. Ist a der mittlere Radius, so ist F in erster Näherung $n \pi a^2$ (n Windungszahl), $G = 2 n \pi / a$; somit wäre R zu gross, der Werth des *Ohm* als *Hg*-Säule zu klein gefunden worden. In gleichem Sinne würde mangelhafte Isolation des Dahtes wirken.

Als Resultat wird angegeben:

$$1 \text{ B. A. U.} = 0{,}9893 \; Ohm.$$

Setze ich nach meiner Umrechnung der Bestimmung von Rayleigh:

$$1 \; m \; Hg \text{ (Rayleigh-}D) = 0{,}95378 \text{ B. A. U.},$$

so folgt

$$1 \; Ohm = 1{,}0598 \; m \; Hg \text{ (Rayleigh-}D).$$

Die Benutzung des Resultates von Glazebrook und Fitzpatrick

$$1 \; m \; Hg \text{ (Glazebrook und Fitzpatrick)} = 0{,}95352 \text{ B. A. U.},$$

würde führen auf

$$1 \; Ohm = 1{,}0601 \; m \; Hg \text{ (Glazebrook und Fitzpatrick)}.$$

Wegen der möglichen Fehler in Folge von Luftströmungen, Unsicherheit des Radius, und mangelhafter Isolation wird diesen Zahlen kein grosses Vertrauen geschenkt werden können.

b. Rayleigh 1882.[1])

Auf Grund der vorstehend besprochenen Arbeit liess Rayleigh einen im Verhältnisse 3 : 2 vergrösserten Apparat konstruiren.

Die Ständer des Gestells blieben von der rotirenden Rolle weiter entfernt und waren mit Isolirstücken unterbrochen, sodass von Strömen im Gestell hier keine Störung zu befürchten war.

Das Moment des Magnetsystems konnte wegen der grösseren Drahtwindungen hier 6—7 mal grösser gemacht werden; ferner war eine günstigere Form des Spiegels (er war schmal) und eine weitere Büchse um das Magnetsystem gewählt. Hierdurch sind auch die Luftströmungen unschädlich gemacht.

Um grössere Stabilität der Drahtwindungen zu erreichen, wurde der Rahmen aus einem sehr massiven Messingringe gebildet, der nach einem horizontalen Durchmesser in zwei Theile geschnitten und nach Einfügung von Isolirmaterial wieder zusammengesetzt wurde. Die Vermehrung der Metallmasse hatte aber eine Ablenkung bei Drehung mit geöffnetem Multiplikator zur Folge. Dass hierbei nicht etwa eine mangelhafte Isolation des (dreifach mit Seide besponnenen) Drahtes betheiligt war, geht daraus hervor, dass nach Abnahme des Drahtes genau die gleichen Ablenkungen erhalten wurden (a. a. O. S. 695). Die Ströme im Metall verliefen nach einem besonderen Versuche (a. a. O. S. 663) zum weitaus überwiegenden Theile in einer zu den Drahtwindungen senkrechten Ebene, sollten also zu dem Strome in den Drahtwindungen „konjugirt" sein, d. h. es sollte keinerlei gegen-

[1]) Rayleigh, *Phil. Trans. Vol.* ***173*** *(1882).*

seitige Beeinflussung durch Induktion stattfinden. Rayleigh hat eine Theorie mit Berücksichtigung dieser „Ringströme" ausgearbeitet (a. a. O. S. 675 ff.).

Der Koeffizient der Selbstinduktion war nach den Dimensionen

$$L = 2{,}400 \,.\, 10^8 \; cm,$$

nach einer empirischen Bestimmung

$$L = 2{,}4028 \,.\, 10^8 \; cm.$$

Auch nach Einführung dieser gut übereinstimmenden Werthe und mit Berücksichtigung der Ringströme ergaben sich nach Anbringung aller Reduktionen doch Werthe des absoluten Widerstandes, welche mit wachsender Geschwindigkeit zunahmen (von 23,619 bis 23,638).

Rayleigh erklärt dies daraus, dass die Ringströme nicht ganz konjugirt zu den Strömen in den Windungen gewesen seien, und giebt an, eine Theorie durchgeführt zu haben, nach welcher ein dem Quadrate der Geschwindigkeit proportionaler Einfluss folgt.

Ich habe diese Theorie auch meinerseits entwickelt und die Angabe von Rayleigh bestätigt gefunden.

Die Korrektion kann natürlich nur empirisch durch Vergleichung der Werthe für die verschiedenen Geschwindigkeiten erhalten werden; praktisch kommt dies auf eine Bestimmung des Koeffizienten der Selbstinduktion aus den Beobachtungen mit verschiedenen Geschwindigkeiten heraus.

Der korrigirte Werth sinkt hierdurch auf 23,612; die Resultate bei den verschiedenen Geschwindigkeiten stimmen nun sehr gut überein.

Bezüglich des induzirten Magnetismus sind hier die Verhältnisse noch etwas günstiger als bei der orientirenden Untersuchung. Der Einfluss erreicht in Maximo 0,00003 und wird bei jener oben erwähnten empirischen Eliminirung von Einflüssen die mit ω^2 proportional sind, mit herausgeschafft.

Der mittlere Radius wurde beim Aufwinden des Drahtes aus dem Umfang der einzelnen Lagen gefunden

	23,625 *cm*,
beim Abwickeln	23,616 *cm*,
in Rechnung gesetzt ist	23,619 *cm*.

Das Endresultat ist:

$$1 \text{ B. A. U.} = 0{,}98651 \; Ohm,$$

woraus wie oben (S. 79)

1 *Ohm* = 1,06280 (*m Hg* Rayleigh-*D*)

1 *Ohm* = 1,06309 (*m Hg* Glazebrook und Fitzpatrick)

1 *Ohm* = 1,06312 (*m Hg* Glazebrook und Fitzpatrick-*D*).

Ich möchte aber hier hervorheben, dass es rationeller erscheint, die Messungen der Engländer aus dem Anfang der achtziger Jahre mit der zeitlich benachbarten Beziehung der B. A. U. durch Rayleigh zur Quecksilbereinheit zu kombiniren.

c. Heinrich Weber 1882[1]).

Heinrich Weber legt die Rotationsaxe horizontal und dreht den ganzen

[1]) Heinrich Weber, *Der Rotationsinduktor (1882).*

Induktor während der Rotation so, dass die Rotationsaxe mit der Axe des abgelenkten Magnets merklich zusammenfällt.

Hiedurch wird der induzirende Einfluss des Magnets vermieden; doch hat Weber einen so grossen Magnet benutzt (10 *cm* lang) dass möglichenfalls schon das induzirte Quermoment zu Störungen Veranlassung giebt.

Der Ausdruck für den absoluten Widerstand des Induktors erhält nun die Tangente der erdmagnetischen Inklination als Faktor.

Weber bestimmt dieselbe nicht jedesmal, sondern stellt gesondert von den Hauptbeobachtungen vier besondere Messungen mit Hilfe eines Erdinduktors an, deren Resultate von 66° 40′ 35″ bis 60° 36′ 34″ schwanken.

Näheres wird über diese Beobachtungen nicht mitgetheilt; insbesondere auch nicht gesagt, dass die von K. Schering[1]) als nothwendig erkannte Korrektion wegen Veränderlichkeit der Galvanometerfunktion des benutzten Multiplikators angebracht ist. Eine Vernachlässigung dieser Korrektion (und diese liegt jedenfalls vor) hat zur Folge, dass man die Inklination zu gross erhält, also ebenso R, woher der Werth des *Ohm* als *Hg*-Säule zu klein ausfällt. Nach den von Schering mitgetheilten Beispielen (a. a. O. S. 477 ff) kann der Fehler 3′ betragen haben, was das *Ohm* um 0,0024 seines Werthes zu klein herauskommen lässt.

Den Koeffizienten der Selbstinduktion berechnet Weber zu $2{,}8751 \cdot 10^8$ *mm* und giebt als Resultat seiner experimentellen Bestimmung $2{,}259 \cdot 10^8$ *mm*, welchen letzteren Werth er bei der Berechnung der Beobachtungen verwerthet. Stefan[2]) hat aber nachgewiesen, dass aus den Dimensionen folgt $2{,}077 \cdot 10^8$ *mm*, und dass eine richtige Berechnung der Versuche von Weber auf $2{,}149 \cdot 10^8$ führt.

Die jedenfalls vorliegende Ueberschätzung des Selbstinduktionskoeffizienten führt zu einem zu grossen Werthe des *Ohm*, kompensirt also den vorigen Fehler zum Theil.

Der Widerstand des Induktors wurde mit einem B. A. U. Etalon verglichen, über dessen Verifikation nichts mitgetheilt ist. Trotz der sehr erheblichen Selbstinduktion des Induktors erfolgte die Vergleichung mit Hilfe eines Differentialgalvanometers und eines Magnetinduktors als Stromquelle, wobei natürlich die Selbstinduktion einen sehr erheblichen störenden Einfluss ausüben musste.

Die Rotation erfolgte mit der Hand und nur mit einer einzigen Geschwindigkeit, sodass jede Kontrole fehlt, ob die Korrektionen in ausreichender Weise angebracht sind.

Das Ergebniss entgegengesetzter Drehungen unterschied sich etwa um ½ Prozent; die Ursache ist nicht aufgeklärt; auch die Mittel der vier Reihen schwanken von 0,9863 bis 0,9893, also um ⅓ Prozent.

Als Hauptmittel wird angegeben

1 B. A. U. = 0,9877 *Ohm*,

woraus (mit Benutzung von 1 *m Hg* (Rayleigh-*D*) = 0,95378 B. A. U.) folgen würde:

1 *Ohm* = ,0615 *m Hg* (Rayleigh-*D*).

Mit Rücksicht auf die vorstehenden Erörterungen wird man diesem Resultate kein besonderes Gewicht beilegen.

---

[1]) Schering, *Wied. Ann.* **9.** *S. 452 (1880).*

[2]) Stefan, *Sitzungsbericht der Wiener Ak. Bd.* **88**, *II. Abth. (1883).*

6. Methode von Lippmann.[1])
Ausgeführt von Wuilleumier.[2])

Ich muss mich darauf beschränken, diejenigen Punkte hervorzuheben, welche zu Bedenken Veranlassung geben können.

Die Schwingungsdauer der Stimmgabel wurde nach den eigentlichen Versuchen ermittelt, indem man dieselbe auf einem Marey'schen Pantographen ihre Schwingungen aufzeichnen liess.

Durch die Reibung könnte die Schwingung etwas verlangsamt sein; dies würde bedingen, dass der Werth des *Ohm* als Quecksilbersäule zu verkleinern wäre.

Als Temperaturkoeffizient des Widerstandes des *Hg* ist der zu kleine Werth von Mascart, de Nerville und Benoît angesetzt worden. Welche Temperatur die *Hg*-Widerstände bei der Vergleichung mit dem Neusilberband hatten, ist nicht ersichtlich; führt man den Werth von Guillaume (vgl. S. 28) ein, so wäre eine Vergrösserung der das *Ohm* darstellenden *Hg*-Säule um 0,000105 erforderlich, wenn bei 10° beobachtet wurde, und um 0,000197°, wenn die Temperatur 20° war.

Das Magnetfeld des Solenoids ist unter der Annahme genau gleichen Abstandes der Windungen berechnet, und dieser Abstand aus Abmessung von je 225 Windungen beiderseits von der Mitte bestimmt worden. Es bleibt hier der gelegentlich der Messungen von Lorenz erörterte Zweifel bestehen, da ja die Wirkung hauptsächlich von den mittleren Windungen abhängt.

Dass der von Brillouin erhobene Einwand wegen elektrischer Schwingungen in der rotirenden Rolle bedeutungslos ist, geht aus der Polemik zwischen Brillouin und Lippmann[3]) hervor.

Der Werth von Wuilleumier

$$1\ Ohm = 1{,}06267\ (m\ Hg\ \text{Benoît})$$

dürfte zu vergrössern sein, etwa auf 1,0628 — 1,0629.

Zusammenfassung der Resultate.

Die Ergebnisse der vorstehenden Erörterungen sind in der Tabelle III zusammengefasst.

Betrachtet man die letzte Spalte der Tabelle III, so lässt sich eine Tendenz der einzelnen Beobachtungsmethoden, durchgängig Abweichungen in bestimmtem Sinne zu geben, kaum erkennen.

Bei der Dämpfungsmethode kommen kleinere Werthe vor, bei der Lorenz'schen Methode hohe Werthe. Dies hat vielleicht einen gemeinsamen Grund, nämlich den induzirten Magnetismus in den Apparaten.

Da die sonst mit guten Hilfsmitteln und sorgfältig ausgeführte Arbeit von Wild einen offenbar zu niedrigen Werth giebt und hier ein starker Eisengehalt der Apparate vorlag, so liegt die Vermuthung nahe, dass für die Dämpfungsmethode der Eisengehalt das Resultat herabsetzt (vgl. S. 43).

[1]) Lippmann, *Comptes rendus*, **95.** *S. 1348 (1882).*
[2]) Wuilleumier, *Journal de physique (II)* **9.** *S. 220. (1890).*
[3]) *Comptes rendus 93, 94.*

T

Korrektionen und Fehlerquellen	Korrigirtes Endergebniss
65 (bezw. 0,00149) induzirter Magnetismus. ırker Eisengehalt des Multiplikators.	1,06192 (1,06176) *m Hg* (Siemens & Halske 1882/85)
b) : — ? Unsicherheit des log. Decrem. ɫeihen: — 0,00010 Temperaturkoeffizient des *Hg*. und Masse des *Hg* in der Röhre.	1,06310 *m Hg* (Kohlrausch-*D*) 2. Reihe allein: 1,06264
)08 Temperaturkoeffizient des *Hg*.	1,06235 *m Hg* (Kohlrausch-*D*)

ɔn (Weber I).

Korrektionen und Fehlerquellen	Korrigirtes Endergebniss
ı 0,001 wegen Polabstand des Magnets. gen fehlerhafter Formel für Berücksichtigung der r der Drehung des Induktors. ʜiedene weitere Fehlerquellen. ɪrfasser beabsichtigt eine Neuberechnung unter ır Mitwirkung.	?
ıngelhafte Isolation!! ıetismus der Apparate.	?
b) 038 bzw. 0,00071 wegen Beziehung der B. A. U. Quecksilbereinheit.)03 wegen Induktionskoeffizient. agnetismus der Apparate.	1,06255 *m Hg* (Rayleigh-*D*) 1,06288 *m Hg* (Glazebrook & Fitzpatrick-*D*)
c)	[1,0629]
	[1,0632 *m Hg* (Rowland)]
d) 012 wegen Quecksilbereinheit. agnetismus der Apparate. ıge Uebereinstimmung der Einzelbeobachtungen.	1,06352 *m Hg* (Hutchinson & Wilkes-*D*)
ıänderung des Quecksilbertroges. ɔheinlicher die 3 ersten Reihen.	1,06307 *m* (*Hg*-Jones) 1,06281 *m* (*Hg*-Jones)

Tabelle II

Autor	…n und Fehlerquellen	Korrigirtes Endergebniss
a) Glazebrook, D Sargant 1883	Apparate.	1,06265 *m Hg* (Rayleigh-*D*) 1,06299 *m Hg* (Glazebrook & Fitzpatrick-*D*)
b) Mascart, de Ne Benoît 1884	…zung der Drahtlänge. …ss der Stromverzweigung. …ecksilbereinheit. …en differiren sehr stark! [Die nach gestellten Beobachtungen werden selbst verworfen].	1,06293 *m Hg* (Mascart, de Nerville, Benoît-*D*)
c) Himstedt 18 1892	…igen Ablaufs der inducirten Ströme. …elle. …ecksilbereinheit.	? 1,06257 *m Hg* (Passavant *D*)
d) Roiti 1884	…igen Ablaufs der inducirten Ströme. …rtheilung der Windungen des So-	?
e) Rowland 18 Kimball 1883 Rowland & Kimbal	…ner authentischen B. A. U. *Ohm* = 1,0616 *m Hg*).	? [1,0625 *m Hg*] [1,0631 *m Hg*]
a) Rayleigh & Sc… 1881	Magnetgehäuse. …es mittleren Rollendurchmessers. …tion?	?
b) Rayleigh 18	…parate.	1,06280 *m Hg* (Rayleigh-*D*) 1,06312 *m Hg* (Glazebr. & Fitzpatrick-*D*)
c) H. Weber 1…	…er Bestimmung der Inklination. …n Koeffizienten der Selbstinduktion dürfte ca. 0,002 betragen und da-	?
Wuilleumier 18	…gsdauer der Stimmgabel. koeffizienten des *Hg*-Widerstandes. …ler Solenoidwindungen.	etwa 1,06285 *m Hg* (Benoit)

Es be…t, dass die Unsicherheit zu erheblich ist, um einen Werth als wahrschein-
vergrössern, —
Sinn des Einflus…tet, dass mir das Original nicht zugänglich ist.

Andererseits wird gerade bei der Lorenz'schen Methode schon eine geringe Magnetisirbarkeit der Scheibe sich durch zu hohe Werthe bemerklich machen.

Isolationsfehler haben im allgemeinen ein Sinken des Endwerthes (*Ohm* als *Hg*-Säule) zur Folge; doch würde es voreilig sein, deswegen die hohen Werthe einseitig zu bevorzugen.

Leider knüpft sich gerade an einige der besten Messungen ein Zweifel. Die in Cambridge angestellten Untersuchungen geben zunächst den Werth der B. A. U., wie er im Anfang der achtziger Jahre war, in absolutem Maasse. Glazebrook hat gezeigt, dass der etwa gleichzeitig von Rayleigh gemachte Versuch, die Beziehung der B. A U. zur Quecksilbereinheit festzustellen, einen Fehler wegen der von 0° abweichenden Temperatur in den Endgefässen enthält.

In England ist man geneigt, jetzt einfach den 1888 von Glazebrook und Fitzpatrick ermittelten Werth der B. A. U. mit jenen z. Th. 6—7 Jahre zurückliegenden Beobachtungen zu kombiniren. Dies involvirt eine durch nichts bewiesene Voraussetzung, dass nämlich die Drähte, deren Mittel die B. A. U. darstellt, in dieser Zeit ihren Widerstand nicht geändert haben.

Ich habe daher in Tabelle III die Umrechnung der Resultate einmal mit dem von mir verbesserten Werthe von Rayleigh und sodann mit dem Werthe von Glazebrook und Fitzpatrick ausgeführt. Die auf ersterem Wege gewonnenen Werthe halte ich für wahrscheinlicher.

Die beiden Beobachtungsreihen von Kohlrausch zeigen eine sehr erhebliche Differenz und es kommt darauf an, welches Gewicht man der ersten gegenüber der zweiten beilegen will. Kohlrausch selbst schreibt mir: „ich hätte nichts dagegen, wenn Jemand die Gewichte 1 : 5 nehmen wollte". Aus früher erörterten Gründen möchte ich noch weiter gehen und die erste Reihe gegenüber der zweiten ganz unterdrücken.

Auf einen Umstand möchte ich noch zurückkommen: diejenigen Messungen bei denen die höchste Sorgfalt auf Beseitigung magnetischer Einflüsse (Eisengehalt der Apparate) verwendet war, liefern etwas niedrigere Werthe (Kohlrausch, Dorn, Himstedt).

Ich schreite nun dazu, Mittelwerthe zu bilden. Hierbei will ich allen Beobachtungen gleiches Gewicht beilegen, ausser solchen, deren Minderwerthigkeit auf der Hand liegt, und die ich mit halbem Gewichte in Rechnung setze. Hierzu rechne ich die Beobachtungen von Wild (wegen des Eisengehaltes im Multiplikator), Duncan, Hutchinson und Wilkes, sowie Mascart, de Nerville, Benoît (wegen der grossen Abweichung der Einzelwerthe) und endlich setze ich hierher Kimball 1883.

Den Arbeiten von Rowland, ausser der ersten, lege ich, obwohl ich sie mir nicht habe verschaffen können, volles Gewicht bei.

Die Beobachtungen mit halbem Gewicht liefern:

Wild	1,06192
Duncan, Wilkes, Hutchinson	1,06352
Mascart, de Nerville, Benoît	1,06293
Kimball (1883)	1,06250
Mittel	1,06272

Bei der Zusammenstellung der Resultate mit vollem Gewicht nehme ich in den unentschiedenen Fällen (Kohlrausch, Beobachtungen in Cambridge, Jones, Wuilleumier) zunächst die kleineren Werthe:

Kohlrausch	1,06264
Dorn	1,06235
Rayleigh und Sidgwick . .	1,06255
Rowland, Kimball, Duncan .	1,06290
Rowland 1887	1,06320
Jones	1,06281
Glazebrook, Dodds, Sargant	1,06265
Himstedt	1,06257
Rowland und Kimball . .	1,06310
Rayleigh	1,06280
Wuilleumier	1,06267
	1,06275

Als Hauptmittel ergiebt sich mit Berücksichtigung der Gewichte:

1,06274 ± 0,00023.

Wenn ich andererseits die höheren Werthe ansetze, so ergiebt sich die Zusammenstellung:

Kohlrausch	1,06310
Dorn	1,06235
Rayleigh und Sidgwick . .	1,06288
Rowland, Kimball, Duncan .	1,06290
Rowland 1887	1,06320
Jones	1,06307
Glazebrook, Dodds, Sargant	1,06299
Himstedt	1,06257
Rowland, Kimball	1,06310
Rayleigh	1,06312
Wuilleumier	1,06285
Mittel	1,06292

Unter Hinzunahme der Beobachtungen mit halbem Gewicht folgt das Hauptmittel

1,06289 ± 0,00024

Es ist schwer zu entscheiden, welchem Werthe man die grössere Wahrscheinlichkeit zusprechen soll.

Man wird einstweilen

1,0628

als dem wahren Werthe sehr nahe kommend ansehen dürfen, und, wenn es sich um die Wahl zwischen 1,062 und 1,063 handelt, jedenfalls

1,063

vorziehen.[1])

---

[1]) Auf S. 35 habe ich an den Widerständen von Strecker und Kohlrausch eine Korrektion angebracht, indem ich statt des Strecker'schen Temperaturkoeffizienten den Mittelwerth von Guillaume und der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt einführte. Während des Druckes machte mich F. Kohlrausch darauf aufmerksam, dass die Temperatur der Bäder für die Quecksilbernormalen mit denselben Thermometern gemessen wurde, welche auch bei der Bestimmung des Temperaturkoeffizienten benutzt waren, und dass daher nach seiner Ansicht die Einführung eines anderen Temperaturkoeffizienten unstatthaft sei.

Wie man leicht übersieht, liegen hier zwei verschiedene Auffassungen vor, zwischen denen eine Entscheidung zu treffen schwer ist.

Die Untersuchungen von H. F. Weber (Zürich 1877 u. 1884).

In der gegebenen Zusammenstellung sind die Untersuchungen von H. F. Weber in Zürich, welche weit abweichende Werthe liefern, noch nicht berücksichtigt.

In seiner ersten Arbeit (a. a. O. S. 46) giebt H. F. Weber an:

1 *S. E.* = 0,9545 *Ohm* (Magnetoinduktion)
= 0,9554 „ (Voltainduktion)
= 0,9550 „ (Stromwärme)
Mittel: 0,9550 „

Er sagt dann: „Das allgemeine Mittel

$$1\ S.\ E. = 0{,}9550 \times 10^{10}\ (mm/sec)$$

ist nur um $1/_7$ Prozent grösser als das von den Hrn. Maxwell, Jenkin und Stewart gefundene Resultat". In der zweiten Veröffentlichung erfolgt aber eine Korrektur der Zahl 0,9550 in 0,9529 (a. a. O. S. 9).

Weitere Messungen nach Kirchhoff's Methode aus den Jahren 1880—82 führen auf 0,9500 und endlich wird mit einem in grossen Dimensionen ausgeführten Apparate nach derselben Methode 1883/84 0,9496 erhalten.

Hiernach wäre

$$1\ Ohm = 1{,}0531\ m\ Hg,$$

also um nahe 1 Prozent von dem wahrscheinlichsten Werthe anderer Messungen abweichend.

In den sämmtlichen Mittheilungen Weber's sind fast nur Resultate gegeben, und es ist daher keine Möglichkeit einer eingehenden Prüfung seiner Messungen vorhanden.

Ich habe mir viele Mühe gegeben, auf Grund der spärlichen gebotenen Anhaltspunkte die Ursache der Differenz aufzuklären, aber vergeblich. Einzelne Induktionskoeffizienten habe ich nach anderer Methode nachgerechnet und richtig gefunden.

Da dasselbe Resultat bei Weber für verschiedene Apparate folgt, so möchte man einen Fehler in den gemeinsamen Operationen, z. B. in der Beziehung der Widerstände auf die Etalons vermuthen. Zu einer Prüfung dieser Vermuthung liegt aber kein Material vor.

Ist die Reduktion der Strecker'schen Thermometer auf das Luftthermometer genau, so müssen die Widerstandsmessungen bei der Bestimmung des Temperaturkoeffizienten mit einem — übrigens sehr unbedeutenden — Fehler behaftet sein, und dann ist meine Berechnungsweise zutreffend.

Sucht man andererseits den Grund für die Abweichung des Temperaturkoeffizienten lediglich in der Beziehung der Quecksilberthermometer auf das Gasthermometer, und betrachtet die Widerstandsmessungen als einwandfrei, so hebt sich der Fehler wegen der Thermometer heraus, wenn man mit dem Temperaturkoeffizienten von Strecker rechnet, also meine Korrektion nicht anbringt.

Unter dieser letzteren Annahme wären Strecker's Zahlen unverändert beizubehalten und ebenso das Resultat meiner Ohmbestimmung, da ich eines meiner Thermometer mit denen von Strecker und Kohlrausch hatte vergleichen lassen. Bei Kohlrausch bleibt nur die Korrektion wegen der vom Rohr gefassten Quecksilbermenge, so dass

$$1\ m\ Hg\ (\text{Kohlrausch}) = (1 - 0{,}000053)\ m\ Hg\ (\text{Kohlrausch}\ \text{-}D).$$

In der obigen Zusammenstellung wäre einzuführen

Kohlrausch 1,06269 bzw. 1,06315,
Dorn 1,06243,

wodurch die beiden Hauptmittel in 1,06275 bzw. 1,06290 übergehen würden.

Einen Punkt möchte ich aber noch hervorheben: Die Uebereinstimmung des aus der Stromwärme gefundenen Werthes mit den übrigen spricht gegen die Richtigkeit von Weber's Messungen. Denn, wie Dieterici treffend hervorgehoben hat, besitzt ein stromdurchflossener Draht eine höhere Temperatur als die Flüssigkeit, in welche er eingetaucht ist, sodass man einen zu hohen Werth des absoluten Widerstandes, also eine zu kurze Quecksilbersäule für das *Ohm* erhält.

Die kalorimetrischen Messungen für das Arbeitsäquivalent der Wärme besitzen lange nicht die Genauigkeit der elektrischen Messungen, man wird daher nicht das *Ohm* aus dem Arbeitsäquivalent der Wärme, sondern umgekehrt dieses aus dem Ohm bestimmen. Ich habe deswegen auch auf die Untersuchungen von Joule in meiner obigen Zusammenstellung keinen Bezug genommen.

Man wird Weber's Untersuchungen so lange unberücksichtigt lassen müssen, bis eine ausführliche Mittheilung vorliegt, zu welcher das abweichende Ergebniss eine um so dringendere Veranlassung bieten sollte.

Schlussbemerkung.

Die Uebereinstimmung derjenigen Resultate für das *Ohm*, welche nach meiner Kritik zu erheblichen Einwänden nicht Veranlassung geben, muss eine ziemlich befriedigende genannt werden.

Die Differenzen übersteigen nicht das Maass dessen, was nach den Beobachtungsfehlern und in Folge bekannter störender Ursachen (Magnetismus der Apparate z. B.) erwartet werden darf.

Wir werden darin eine Gewähr dafür erblicken dürfen, dass die für das vorliegende Gebiet maassgebenden Naturgesetze uns hinreichend bekannt sind. Dies wird auch von dem weiteren, insbesondere durch Hertz uns erschlossenen Standpunkte aus wahrscheinlich.

Buchdruckerei Otto Lange, Berlin C.